

**MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU**  
**ODRŽIVI RAZVOJ**

**MARIO HOLI**

**KONSTRUKCIJSKA ANALIZA USPOREDBE CIJEVNE**  
**MREŽE VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE**  
**ZGRADE**

**ZAVRŠNI RAD**

ČAKOVEC, 2016.

**MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU**  
**ODRŽIVI RAZOJ**

**KONSTRUKCIJSKA ANALIZA USPOREDBE CIJEVNE**  
**MREŽE VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE**  
**ZGRADE**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor: dr. sc. Sarajko Baksa, prof. v. š.

ČAKOVEC, 2016.

**POLYTECHNIC OF MEĐIMURJE IN ČAKOVEC**  
**SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

MARIO HOLI

**CONSTRUCTIONAL ANALYSIS OF PLUMBING**  
**INSTALLATION PIPELINE NETWORK COMPARISON IN**  
**A RESIDENTIAL BUILDING**

FINAL WORK

Mentor: Ph. D. Sarajko Baksa, college professor

ČAKOVEC, 2016.

## **IZJAVA O LEKTURI**

Ja, Edita Kitner, izjavljujem da je ovaj rad, autora Marija Holija, pod naslovom *"Konstrukcijska analiza usporedbe cijevne mreže vodovodne instalacije stambene zgrade"* lektoriran prema pravilima hrvatskog jezika.

Datum: 15.03.2017.

Potpis lektora  
Edita Kitner

## **IZJAVA**

*Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno primjenjujući znanje stečeno tijekom studija i navedenu literaturu.*

*Mario Holi*

*Zahvaljujem se:*

*Dr. sc. Sarajku Baksi, prof. v. š. na trudu i vremenu koje je uložio proteklih mjeseci. Isto tako, zahvaljujem se i Pišti Novaku, dipl.ing. na strpljenju i stručnim savjetima koji su mi uvelike pomogli u izradi ovog rada.*

*Zahvaljujem se i svojim roditeljima koji su mi neizmjerena podrška na mom životnom putu.*

*Mario Holi*

## SADRŽAJ

POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA .....	V
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	VII
POPIS OZNAKA .....	IX
SAŽETAK .....	XI
1. UVOD .....	1
2. DIJELOVI VODOVODNE INSTALACIJE .....	2
2.1. Cijevi .....	2
2.1.1. Lijevano željezne cijevi .....	2
2.1.2. Čelične cijevi .....	3
2.1.3. Bakrene cijevi .....	4
2.1.4. Plastične cijevi .....	4
2.2. Armature .....	6
2.2.1. Zasuni .....	6
2.2.2. Slavine .....	7
2.2.3. Regulacijske armature .....	7
2.2.4. Mjerne armature .....	9
2.3. Spajanje cijevi .....	10
2.4. Bojler .....	11
2.5. Razdjelnik .....	12
2.6. Ostali dijelovi vodovodne instalacije .....	13

3. IZVOĐENJE VODOVODA U ZGRADI .....	14
4. PRORAČUN VODOVODNE INSTALACIJE .....	16
4.1. Promjer cijevi .....	17
4.2. Brzina .....	17
4.3. Gubici tlaka .....	18
4.3.1. Linijski gubici .....	18
4.3.2. Lokalni gubici .....	20
4.4. Primjer proračuna vodovodne instalacije .....	22
5. FINACIJSKA ANALIZA VODOVODNE INSTALACIJE .....	25
5.1. Finacijska analiza vodovodne instalacije bez razdjelnika .....	25
5.2. Finacijska analiza vodovodne instalacije s razdjelnikom .....	26
5.3. Analiza dobivenih rezultata .....	27
6. ODABIR PUMPE .....	30
7. ZAKLJUČAK .....	32
8. LITERATURA .....	33
9. PRILOZI .....	34



## POPIS SLIKA

<b>Slika 1.</b> <i>Lijeivano željezne cijevi</i> .....	3
<b>Slika 2.</b> <i>Čelične bešavne cijevi</i> .....	3
<b>Slika 3.</b> <i>Čelične šavne cijevi</i> .....	3
<b>Slika 4.</b> <i>Bakrene cijevi</i> .....	4
<b>Slika 5.</b> <i>ALU-PEX cijevi</i> .....	5
<b>Slika 6.</b> <i>PE cijevi</i> .....	5
<b>Slika 7.</b> <i>PPR cijevi</i> .....	6
<b>Slika 8.</b> <i>Protupovratni ventil</i> .....	8
<b>Slika 9.</b> <i>Kutni ventil</i> .....	9
<b>Slika 10.</b> <i>Podžbukni ventil</i> .....	9
<b>Slika 11.</b> <i>Kuglasti ventil</i> .....	9
<b>Slika 12.</b> <i>Aparat za zavarivanje PPR cijevi</i> .....	11
<b>Slika 13.</b> <i>T račva</i> .....	11
<b>Slika 14.</b> <i>Koljeno 90°</i> .....	11
<b>Slika 15.</b> <i>Koljeno 90° s unutarnjim navojem</i> .....	11
<b>Slika 16.</b> <i>Redukcija</i> .....	11
<b>Slika 17.</b> <i>Razdjelnik</i> .....	12
<b>Slika 18.</b> <i>Usporedba dužine cijevi u instalaciji s i bez razdjelnika</i> .....	28
<b>Slika 19.</b> <i>Usporedba troškova cijevi u instalaciji s i bez razdjelnika</i> .....	28
<b>Slika 20.</b> <i>Usporedba troškova ostalih elemenata u instalaciji s i bez razdjelnika</i> .....	29
<b>Slika 21.</b> <i>Usporedba ukupnih troškova instalacije s i bez razdjelnika</i> .....	29
<b>Slika 22.</b> <i>QH dijagram pumpe CMB PM2</i> .....	31

**POPIS TABLICA**

<b>Tablica 1.</b> <i>Izljevne jedinice</i> .....	16
<b>Tablica 2.</b> <i>Preporučena brzina vode u cijevima</i> .....	17
<b>Tablica 3.</b> <i>Dinamička viskoznost</i> .....	19
<b>Tablica 4.</b> <i>Gustoća vode</i> .....	19
<b>Tablica 5.</b> <i>Hrapavost cijevi</i> .....	19
<b>Tablica 6.</b> <i>Tabelarni prikaz koeficijenata lokalnih gubitaka korištenih PPR spojnica</i> .....	20
<b>Tablica 7.</b> <i>Tabelarni prikaz koeficijenata lokalnih gubitaka korištenih PPR spojnica</i> .....	21
<b>Tablica 8.</b> <i>Koeficijenti lokalnih gubitaka</i> .....	21
<b>Tablica 9.</b> <i>Proračun vodovodne instalacije</i> .....	22
<b>Tablica 10.</b> <i>Proračun vodovodne instalacije</i> .....	22
<b>Tablica 11.</b> <i>Proračun vodovodne instalacije</i> .....	23
<b>Tablica 12.</b> <i>Proračun vodovodne instalacije</i> .....	24
<b>Tablica 13.</b> <i>Elementi ugrađeni u vodovodnu instalaciju bez razdjelnika</i> .....	25
<b>Tablica 14.</b> <i>Cijevi ugrađene u vodovodnu instalaciju bez razdjelnika</i> .....	25
<b>Tablica 15.</b> <i>Elementi ugrađeni u vodovodnu instalaciju s razdjelnikom</i> .....	26
<b>Tablica 16.</b> <i>Cijevi ugrađene u vodovodnu instalaciju s razdjelnikom</i> .....	27

## POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

BROJ CRTEŽA	NAZIV IZ SASTAVNICE
1.	Tlocrt vodovodne instalacije stambene zgrade
2.	Tlocrt vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom
3.	Vodovodna instalacija stambene zgrade
4.	Vodovodna instalacija stambene zgrade s razdjelnikom
5.	Izometrija vodovodne instalacije stambene zgrade
6.	Izometrija vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom
7.	Bokocrt vodovodne instalacije stambene zgrade
8.	Proračun vodovodne instalacije stambene zgrade – hladna voda
9.	Proračun vodovodne instalacije stambene zgrade – topla voda
10.	Proračun vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom – hladna voda
11.	Proračun vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom – topla voda

**POPIS OZNAKA**

OZNAKA	JEDINICA	OPIS
$IJ$	$l/s$	<i>Izljevna jedinica</i>
$q$	$l/s$	<i>Protok</i>
$Q$	$m^3/S$	<i>Protok</i>
$d$	$m$	<i>Promjer</i>
$\Phi$ (fi)	$mm$	<i>Promjer</i>
$v$	$m/s$	<i>brzina</i>
$\lambda$	-	<i>Lambda</i>
$Re$	-	<i>Reynoldsov broj</i>
$g$	$m/s^2$	<i>Ubrzanje zemljine sile teže</i>
$L$	$m$	<i>Dužina</i>
$h_t$	$mVs$	<i>Linijski gubici</i>
$h_l$	$mVs$	<i>Lokalni gubici</i>
$\zeta$	-	<i>Koeficijent lokalnih gubitaka</i>
$\mu$	$Pa/s$	<i>Dinamička viskoznost</i>
$k$	$m$	<i>Koeficijent hrapavosti materijala</i>
$P$	$kg/m^3$	<i>Gustoća</i>
$H$	$m$	<i>Visina</i>

## SAŽETAK

U ovom će radu biti opisana vodovodna instalacija stambene zgrade sa šest stanova. Zgrada se sastoji od prizemlja i dva kata, a na svakom katu nalaze se dva stana. Detaljno će se, teoretski i shematski, razraditi svi dijelovi vodovodne instalacije. Na temelju shematskog prikaza izradit će se proračun iz kojeg će biti vidljivi gubiteci tlaka koji su neizbježni i sastavni su dio svake vodovodne instalacije. Vodovodna instalacija bit će konstruirana u CAD programu.

Poseban će naglasak u ovom radu biti na usporedbi vodovodne instalacije stambene zgrade bez razdjelnika, u tehničkoj dokumentaciji Objekt 1, i vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom, u tehničkoj dokumentaciji Objekt 2. Opisat će se način izvođenje u oba slučaja, napraviti proračun linijskih i lokalnih gubitaka i na temelju proračuna i tehničke dokumentacije izračunati ukupni troškovi za obje varijante. Glavni cilj je izraditi financijsku analizu, izračunati razliku između navedenih varijanti instalacije i prikazati dobivene rezultate.

**Ključne riječi:** *vodovodna instalacija, zgrada, usporedba, razdjelnik, financijska analiza, tehnička dokumentacija*

## 1. UVOD

Instalacija vodovodne mreže u stambenoj zgradi iziskuje puno vremena kod projektiranja i konstruiranja. Potrebno je prikupiti informacije i podatke o svim detaljima projekta, odrediti materijal cijevi koje će se koristiti i prema tome vršiti daljnje proračune. Postoji puno podataka dobivenih iskustvenom metodom koji se koriste za dobivanje što točnijeg proračuna. U današnje se vrijeme u skoro sve stambene zgrade ugrađuju razdjelnici hladne vode. U ovom će radu biti opisane prednosti i nedostaci ugradnje razdjelnika na temelju usporedbe s običnom instalacijom bez razdjelnika.

U instalaciji bez razdjelnika glavna horizontalna cijev će ići po stropu podrumске prostorije, na nju će se spajati vertikalna koja će se postaviti po zidu hodnika. Iz glavne vertikale granaju se cijevi prema svakom stanu i također se provode po zidovima.

U drugoj varijanti razdjelnik će se ugraditi u podrumskoj prostoriji, te će se iz njega granati vertikale prema svakom stanu posebno. Kod glavnog razdjelnika ugradit će se ventili s ispuštom kako bi se po potrebi mogao zatvoriti protok vode u određenoj vertikali i iz nje ispustiti voda. Osim glavnog razdjelnika, ugrađuju se i posebni razdjelnici u svaki stan na koje se spajaju cijevi tople i hladne vode i na njih posebne cijevi prema svakoj izljevnoj jedinici. Sve vertikale provodit će se po zidovima dok će se grane prema izljevnim jedinicama provoditi po podu prostorija.

Iz samog opisa dviju varijanti koje će biti izvedene u ovom radu očekuju se veći troškovi kod instalacije sa razdjelnikom. Razlog tome je veća duljina cijevi što znači više spojnih i ostalih dijelova. Rezultati će se očitati iz proračuna i na temelju toga će se donijeti konačni zaključak. Na temelju proračuna moći će se napraviti i financijska analiza tih dvaju sustava.

Važno je napomenuti da će se ugraditi PPR cijevi zajedno sa svim ostalim pripadajućim elementima izrađenim od istog materijala. Uz spomenute cijevi koje će se koristiti, bit će opisani i ostali materijali koji se u većoj ili manjoj mjeri koriste u instalaciji vodovodne mreže.

## 2. DIJELOVI VODOVODNE INSTALACIJE

Vodovodna instalacija stambene zgrade sastoji se od velikog broja cijevi, spojnice za spajanje, različitih koljena i armaturnih dijelova. Iz tog razloga izvedba same instalacije nije jednostavna, a to je vidljivo i po konstrukcijskim crtežima na kojima je detaljno razrađena u tlocrtu, bokocrtu i izometriji. U nastavku će biti opisani svi dijelovi vodovodne instalacije.

### 2.1. Cijevi

Za instalaciju vodovodne mreže u stambenim zgradama najčešće se koriste cijevi od metala, ali sve se češće koriste i cijevi izrađene od plastičnih masa. Metali od kojih su načinjene cijevi za vodovodnu instalaciju najčešće su: lijevano željezo, čelik, bakar i olovo [1]. To su cijevi koje se koriste već dugi niz godina i kroz to razdoblje utvrđena su njihova svojstva, tj. dobre i loše strane. Cijevi izrađene od plastičnih masa koriste se u novije vrijeme, ali su provjerene i u većini zemalja se dozvoljavaju i standardiziraju.

Za dobavu vode do kućanstva, tj. u ovom slučaju stambene zgrade, odgovoran je komunalni vodovod. U tom slučaju koriste se čelične cijevi, cijevi od lijevanog željeza i azbestno-cementne cijevi koje više nisu u uporabi zbog štetnog djelovanja na zdravlje, ali još se uvijek mogu pronaći u nekim vodovima.

Nakon komunalnog voda, voda prolazi kroz dvorišni vod za koji se upotrebljavaju cijevi od lijevanog željeza i čelične pocinčane cijevi.

Za priključak dvorišnog voda na cijevnu mrežu unutar zgrade koriste se pocinčane i lijevane cijevi, a u unutrašnjosti zgrada postavljaju se bakrene cijevi, pocinčane čelične cijevi i plastične cijevi [2].

#### 2.1.1. Lijevano željezne cijevi

Kao što je već navedeno, lijevano željezne cijevi koriste se za komunalne vodovode i dvorišne vodove, slika 1. Izrađuju se postupkom centrifugiranja ili u pješčanim kalupima. Premazane su izvana i iznutra slojem bitumena te imaju vrlo dobra antikorozivna svojstva što ih štiti od utjecaja zemlje i vode. Imaju relativno malu čvrstoću na istezanje, stoga su stjenke relativno debele što utječe na težinu cijevi. Glede težine se obično izručuju u kraćim dimenzijama što zahtijeva mnogo sastavljanja [3].



**Slika 1.** *Lijeвано željezne cijevi*

### **2.1.2. Čelične cijevi**

Čelične bešavne cijevi – koriste se za komunalne vodovode i dvorišne vodove gdje se zahtjeva veći tlak. Iznutra su asfaltirane, a izvana obložene bitumenom, ali nisu otporne na koroziju kao cijevi od lijevanog željeza. Stjenke zidova su dvostruko tanje pa se proizvode u dužinama od 7 do 16 metara. Prema tome imaju i manje sastavaka. Radni tlak im je 16 i 20 bara, slika 2 [1].



**Slika 2.** *Čelične bešavne cijevi [4]*

Čelične navojne cijevi – upotrebljavaju se za vodovodnu instalaciju unutar zgrade i za dvorišne vodove. Mogu biti izrađene sa šavom i bez šava. Šavne se cijevi upotrebljavaju za tlak do 10 bara, tj. za većinu kućnih vodovoda. Šavne cijevi prikazane su na slici 3 [1].



**Slika 3.** *Čelične šavne cijevi [5]*



### 2.1.3. Bakrene cijevi

Bakrene cijevi se koriste za unutarnju instalaciju vodovodne mreže u zgradi. Cijevi su elastične i vrlo trajne, teško pucaju, glatke su i imaju tanke stjenke. Zbog toga im je istezanje do 50% veće nego kod čeličnih cijevi. Bakrene cijevi na unutarnjim stjenkama ubrzo dobivaju tanak sloj oksida koji ih štiti od daljnjeg nagrizanja. Ne treba ih upotrebljavati za vodu koja sadrži mnogo ugljikovog dioksida jer postoji mogućnost otapanja bakra i utjecaja na okus vode. Proizvode se promjera  $\phi$  6 – 75 mm i dužine od 4 do 6 m, slika 4 [1].



**Slika 4.** Bakrene cijevi [6]

### 2.1.4. Plastične cijevi

Plastične se cijevi sve češće koriste u vodovodnim instalacijama. Točnije, koriste se polipropilenske (PPR-cijevi), polietilenske cijevi (PE) i ALU-PEX cijevi. Takve cijevi imaju vrlo dobra svojstva s obzirom na svoju svrhu jer su glatke, lako se obrađuju, otporne su na koroziju, trajne su (do 50 godina), nisu otrovne i voda u njima nije izložena nikakvim promjenama okusa i mirisa [1].

ALU-PEX cijevi proizvode se sa izolacijom i bez izolacije, slika 5. Vrlo su pouzdane i sigurne za ugradnju. Montaža je brza i jednostavna s najmanjim brojem spojeva iz razloga što je cijev savitljiva. Cijevi su otporne na habanje i abraziju, imaju vrlo malu hrapavost i spriječeno je nagomilavanje naslaga. Zbog zaštitnog aluminijskog sloja ne postoji mogućnost prodiranja kisika u cijev. Otpornost utjecaju kemikalija je velika, a linearno rastezanje materijala je minimalno. Radna temperatura medija može biti do 90°C [7].



**Slika 5.** ALU-PEX cijevi

Polietilenske cijevi (PE cijevi) – koriste se kao mekane ili tvrde, za dvorište ili priključne vodove, a samo tvrde za unutarnje instalacije u zgradama, slika 6. Tvrde PE cijevi imaju malo veću otpornost prema višim temperaturama i znatno manju čvrstoću na istezanje, dok su mekane PE cijevi lakše vode tako da plutaju, a čvrstoća je znatno manja. Iz tog su razloga stijenke mekih PE cijevi dvostruko deblje od tvrdih, a vanjski promjer je isti pa se iz toga zaključuje da su tvrde PE cijevi ekonomičnije. PE cijevi se proizvode za tlakove [1]:

- Mekane cijevi: 2, 5, 6 i 10 bar, promjera:  $\phi$  10 do  $\phi$  60 mm
- Tvrde cijevi: 6 i 10 bar

Promjera:

- Mekane cijevi:  $\phi$  10 do  $\phi$  60 mm
- Tvrde cijevi:  $\phi$  10 do  $\phi$  400 mm

Duljine:

- Mekane cijevi u kolutima od 40 do 75 m
- Tvrde cijevi u komadima od 6 do 12 m.



**Slika 6.** PE cijevi [7]

PPR cijevi su izrađene od polipropilena i vrlo često se koriste za izvedbu vodovodne instalacije u novogradnji. Cijevi se ističu svojom otpornošću na stvaranje pukotina kod naprezanja uzrokovanim okolnim utjecajima. Njihov vijek uporabe je dug (50 godina).

Dakle, ovakve se cijevi primjenjuju za transport tople i hladne vode pri čemu je maksimalno temperaturno opterećenje 95°C i tlak 10 bar. Cijevi su otporne na kiseline, lužine i slaba otapala, ali nisu otporne na djelovanje oksidirajućih kiselina i halogena. PPR cijevi se ne bi smjele izlagati djelovanju sunčeva zračenja, stoga treba biti oprezan kod skladištenja. PPR cijevi će biti korištene u ovom radu kod izvedbe vodovodne instalacije stambene zgrade, te su prikazane na slici 7 [7].



**Slika 7.** PPR cijevi

## 2.2. Armature

Armature služe za reguliranje tlaka vode, za zaustavljanje i prigušivanje vode i mjerenje protoka vode. Ovisno o materijalu cijevi, za svaku vrstu izrađuju se posebne armature, ali se neke mogu postaviti i na više vrsta cijevi. Armature se izrađuju od lijevanog i kovanog željeza, mesinga, plastike, bronce i drugih legura. Kod armature je vrlo važno da su unutarnje površine glatke, čiste, izrađene na način da daju što manji otpor protjecanju vode. Bitno je da se mogu što lakše postaviti, a da izvana budu ugrađene, precizno izrađene, te da se lako mogu čistiti i održavati. U armature ubrajamo zatvarače, ispusne, regulacijske i mjerne armature.

### 2.2.1. Zasuni

Zasun je zaporna naprava (armatura) za zatvaranje i otvaranje prolaza kapljevini. Za razliku od ventila, zasun je građen kako bi fluid kroz njega protjecao s neznatnim otporom, bez promjene smjera, pa se zaporno tijelo kojim se zatvara otvor pomiče okomito na smjer

toka fluida. Prema osnovnom obliku kućišta razlikuju se plosnati, ovalni i okrugli zasun. Zaporna se tijela pri otvaranju potpuno izvlače iz toka fluida s pomoću vretena, a mogu biti kruta ili ugrađiva, oblika ploče, klina ili klipa. Zasuni su najraširenija zaporna tijela, ugrađuju se u cjevovode srednjih i velikih nazivnih promjera uz pomoć prirubnica, navojnih priključaka ili zavarivanjem. Služe za zaustavljanje, tj. puštanje, odnosno prigušivanje toka vode u cijevima. Sastoje se od ručnog kotača čijim se okretanjem okreće navojno vreteno na čijem se kraju nalazi kružna ploča kojom se zatvara profil cijevi. Na taj se način regulira protok vode kroz cijev. Vreteno i kružna ploča nalaze se u kućištu zasuna i nisu vidljivi izvana. Kružna ploča zatvara cijev bez brtve jer se točno podudara s glatkim metalnim kućištem. Kada je kružna ploča podignuta, cijeli profil cijevi je slobodan i protok vode je najveći. Zatvaranje je uvijek postupno tako da nema hidrauličkih udara [8].

### **2.2.2. Slavine**

Slavine ili ispusnice služe za ispuštanje vode iz cijevi. Postoji više vrsta i sve se razlikuju po obliku, svrsi, položaju u odnosu na sanitarni objekt i konstrukciji. Prema tome možemo ih podijeliti na:

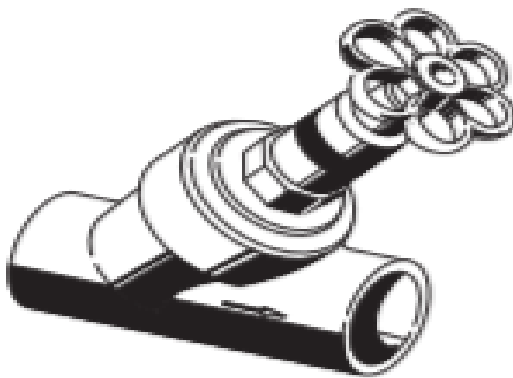
- Zidne ispusnice – montiraju se na zid iznad sudopera, kade, umivaonika,
- Stojeće ispusnice – montiraju se na sanitarni predmet (umivaonik, sudoper),
- Štedljive ispusnice – montiraju se na javnim mjestima (kupališta i sl.) gdje se troši puno vode. Ispuštanje vode automatski se prekida nekoliko trenutaka nakon što se prestane držati poluga ili gumb. Svrha ove ispusnice je ušteda vode, a loša strana je to što se učestalo mora pritiskati gumb ili poluga kako protok vode ne bi stao i
- Ispusnice s plovkom – ispusnice koje se ugrađuju u vodokotliće radi održavanja razine vode.

Postoje i još neke vrste ispusnica koje se nešto rjeđe koriste, npr. izvori za pitku vodu koji se postavljaju na javna mjesta i daju okomiti mlaz vode koji slobodno pada kao vodoskok, hidrantske ispusnice itd. [1].

### **2.2.3. Regulacijske armature**

U regulacijske armature ubrajaju se ventili za usisavanje i ispuštanje zraka, osiguravanje određenog tlaka u cjevovodu, regulaciju tlaka i smjera toka vode. Postoji više vrsta ventila koji imaju različite uloge u cijevnoj mreži. To su:

- Protupovratni ventili, slika 8 – dopuštaju protok vode u samo jednom smjeru. Kod pokušaja vode da proteče u suprotnom smjeru, zatvara se poklopac koji to sprječava. Takvi ventili ugrađuju se na mjestima gdje nikako ne smije postojati protok vode u oba smjera (kod bojlera, vodomjera, hidrofora) [1],



**Slika 8.** Protupovratni ventil

- Redukcijski ventili – postavljaju se na odobrenje komunalnog poduzeća, a cilj im je smanjiti tlak vode u cjevnoj mreži na neku traženu razinu i održavati ga,
- Zračni ventili – postoje usisni i ispusni zračni ventili. Usisni zračni ventili koriste se za usisavanja, tj. uvlačenje zraka u cjevnu mrežu dok se ispusni ventili koriste za ispuštanje zraka iz cjevne mreže,
- Sigurnosni ventili – postavljaju se radi sigurnosti na mjestima gdje tlak u cjevovodu nikako ne smije biti veći od propisanog. Kod povećanja tlaka do određene razine ventil se otvara i smanjuje se tlak u protivnom bi moglo doći do uništenja aparata ili cijevi,
- Kombinirani ventili – pojavljuju se u različitim izvedbama i predstavljaju kombinaciju dvaju ventila. Izrađuju se u jednom komadu te se tako štedi na materijalu. Primjer kombiniranog ventila je sigurnosno – odbojni ventil [1].

U stambenu zgradu najčešće se ugrađuju kutni ventili, podžbukni ventili i kuglasti ventili koji se ugrađuju neposredno pred slavine, perilice, bojlere, razdjelnike s ciljem regulacije, tj. otvaranja i zatvaranja toke vode, slika 9, 10, i 11.



Slika 9. Kutni ventil [9]



Slika 10. Podžbukni ventil [11]



Slika 11. Kuglasti ventil [10]

#### 2.2.4. Mjerne armature

Mjerne armature čine vodomjeri čiji je zadatak mjerenje protoka vode. Na temelju izmjerenog protoka vode kontrolira se i obračunava potrošnja vode u zgradi ili kućanstvu. Kada je riječ o kućanstvima, vodomjer se postavlja na spoj komunalnog vodovoda i kućnog priključka gdje obavlja svoju funkciju mjerenja potrošnje vode. U zgradama se vodomjer postavlja kod ulaska u zgradu i mjeri ukupnu potrošnju svih stanara. Postoji mogućnost postavljanja razdjelnika, o kojem će biti nešto više rečeno u nastavku, te nakon njega i vodomjera koji tada mjeri potrošnju svakog stana posebno. Takav način mjerenja i obračunavanja odgovara stvarnoj potrošnji vode po stanaru i daleko je pravedniji od ugradnje jednog vodomjera i dijeljenja potrošnje jednako po svakom stanaru.

Postoji više vrsta vodomjera [1]:

- Vodomjer s krilastim rotorom – koristi se za potrebe mjerenja potrošnje u kućanstvima i zgradama. Mogu se ugrađivati u horizontalnom i vertikalnom položaju. U kućištu vodomjera nalazi se rotor s krilcima koji se okreće prolazom vode kroz cijev i prenosi okretaje na brojčanik koji mjeri protok,
- Woltmann-ov vodomjer – koristi se za mjerenje većih količina vode, npr. u industriji. U kućištu se nalazi mala turbina sa spiralnim lopaticama koja se prolaskom vode okreće i mjeri protok,
- Kombinirani vodomjer – koristi se za mjerenje i malih i velikih protoka, dakle u objektima gdje je protok jako promjenjiv. Takav vodomjer sastoji se od krilastog rotora i Woltmann-ovog. Kao što je već spomenuto, krilasti rotor mjeri manju potrošnju dok Woltmann-ov mjeri veliku. Prebacivanje se vrši preko preklopnog ventila ovisno o jačini protoka i
- Specijalni vodomjeri i mjerači protoka

### 2.3. Spajanje cijevi

Za spajanje cijevi, mijenjanje pravca ili promjenu promjera cijevi koriste se fitinzi (razne cijevne spojnice, koljena, račve). Materijal fitinga ovisi o cijevima koje se postavljaju jer se pretežno radi o istom materijalu. Kod cijevi od mekog materijala koji se lako obrađuje spojnice često niti nisu potrebne jer se savijanje, proširivanje i sl. lako izvodi bez dodatnih dijelova.

Kada govorimo o spajanju cijevi, lijevano željezne cijevi izrađuju se sa prirubnicama i naglancima. Cijevi sa prirubnicama postavljaju se iznad zemlje, na mjestima gdje postoji mogućnost brzog postavljanja i skidanja, a spajanje se vrši na način da se između cijevi umetne gumeni prsten (brtva) i nakon toga se cijevi spajaju vijcima. Cijevi s naglancima postavljaju se ispod zemlje. Kod njihovog spajanja koristi se gumeni prsten ili kudolja koja se namota na navoj unutarnje cijevi koja se zatim zavrtnjem umeće u naglavak vanjske cijevi [1].

Spajanje čeličnih cijevi također se vrši zavrtnjem cijevi na koju je prethodno namotana kudolja te namazana uljem. Spajanje dviju jednakih cijevi vrši se pomoću nazuvice ("mufa"), spajanje cijevi različitog promjera vrši se pomoću redukcijske nazuvice, savijanje cijevi vrši se pomoću koljena ( $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ), a rašljanje pomoću rašlja (T-komada) koje također mogu biti redukcijske. Kod spajanja cijevi na mjestu gdje se lako mogu razdvojiti koriste se cijevne spojke.

Spajanje bakrenih cijevi najčešće se vrši zavarivanjem, tvrdim lemljenjem, specijalnim fitinzima sa zavrtnjem, a najčešći način je kapilarno lemljenje. U tom slučaju postoje rupice kroz koje se unosi lem koji se kapilarnom silom raširuje i raspoređuje po cijeloj dodirnoj površini između cijevi i cijevne spojnice. Savijanje cijevi može se vršiti u hladnom stanju ako je riječ o manjem promjeru, u suprotnom je potrebno cijev najprije zagrijati [1]

Spajanje plastičnih cijevi (PPR) vrši se zavarivanjem, slika 13. U slučaju spajanja cijevi s armaturama koriste se dijelovi s vanjskim ili unutarnjim navojem izrađenim od mjeda. To su armaturni priključci za spajanje ventila, slavina itd. Za spajanje PPR cijevi koriste se: muf, T račve, slika 14, koljena ( $90^\circ$ ,  $45^\circ$ , slika 15) s vanjskim i unutarnjim navojem, slika 16, ili bez navoja, križni komadi, redukcijske spojnice, slika 17 itd.



**Slika 12.** Aparat za zavarivanje PPR cijevi [12]



**Slika 13.** Tračva [1]



**Slika 14.** Koljeno 90° [1]



**Slika 15.** Koljeno 90° s unutarnjim navojem [1]



**Slika 16.** Redukcija [1]

## 2.4. Bojler

Bojler je kotao za vodu koji se postavlja pretežno u kupaonicu. Zadatak bojlera je grijanje vode i osiguravanje potrebe za toplom vodom u svakom trenutku. U zgradama postoji mogućnost korištenja bojlera samo za toplu potrošnu vodu dok se ostatak tople vode za grijanje dobavlja iz zajedničkog spremnika smještenog u kotlovnici. U ovom će radu svaki stan imati bojler koji osigurava toplu potrošnu vodu i vodu za grijanje.

Postoji više vrsta bojlera. Najčešće se koriste konvencionalni bojleri koji mogu biti: plinski, električni, na ugljen, naftu ili drvo. Takvi bojleri koriste se samo za grijanje. Postoje i kombinirani bojleri koji isto tako imaju široku primjenu jer se, osim za grijanje, koriste i za potrošnu toplu vodu. Njih možemo podijeliti na akumulacijske i protočne. Akumulacijski bojleri imaju spremnik u koji se akumulira topla voda te se po potrebi troši. Prednost ovoga bojlera je istjecanje tople vode odmah nakon otvaranje slavine dok se kao nedostatak može navesti gubitak topline iz spremnika. Iz tog razloga spremnik mora biti izrađen od otpornog materijala. Protočni bojler nema akumulacijski spremnik, već se nakon otvaranja slavine voda



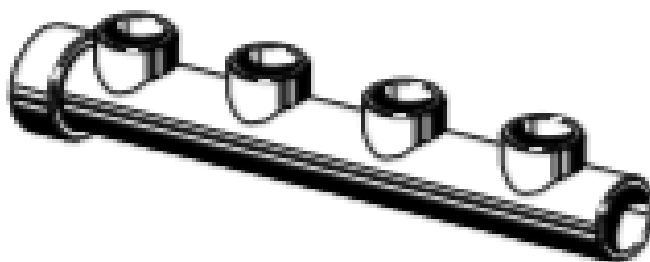
zagrijava prolaskom kroz grijač i nakon toga istječe. Nedostatak je potreba za jačim grijačem i to što je potrebno određeno vrijeme da se voda zagrije i da ta topla voda prijeđe put od bojlera do slavine. Prednost ovakvog bojlera jest to što nema velikih gubitaka topline i što bojler zauzima manje prostora.

Električni bojleri se pretežno koriste samo za zagrijavanje vode. To su bojleri s manjim spremnicima jer postoje i učinkovitiji načini od grijanja električnom energijom. Dobra strana ovakvog načina zagrijavanja vode jest to što nema mogućnosti ispuštanja ugljičnog monoksida koji se stvara kao produkt izgaranja kod ostalih energenata.

U novije se vrijeme sve češće ugrađuju kondenzacijski bojleri. Njihova prednost leži u korištenju otpadne topline pare koja se oslobađa izgaranjem goriva. Ta otpadna topline koristi se za zagrijavanje vode prije dolaska do izmjenjivača topline. Prema tome, stupanj iskoristivosti ovakvih bojlera znatno je viši. Negativna strana ovakvih bojlera je veća početna investicija.

## 2.5. Razdjelnik

Razdjelnik je dio vodovodne instalacije i omogućuje odvajanje vertikalnih vodova, slika 18. Obično se postavlja kod ulaza vodovoda u zgradu, iza vodomjera ili u blizini stubišta. Važno je postavljanje na mjesto gdje je rukovanje ventilima pristupačno. Svaki vod ima poseban ventil koji se po potrebi može zatvoriti bez utjecaja na ostale vertikalne vodove. Svaki vod mora imati posebnu ispusnu slavinu i pripadajući ispusni vod za odvodnju vode koji se spaja u najbliži slivnik ili kanal. Ispusne slavine vrlo su važan segment vodovoda jer omogućuju ispuštanje vode iz cijelog sustava. Svaki vod mora biti obilježen pločicom ili naljepnicom na kojoj je označeno kojoj vertikalni ventil pripada.



**Slika 17.** Razdjelnik [1]

Ovakav razdjelnik može se koristiti u manjim zgradama gdje se do svakog stana dovodi posebna vertikalna ili u većim zgradama gdje jedna vertikalna opskrbljuje jednu etažu. U tom slučaju, zatvaranjem ventila na jednoj vertikali, cijela etaža ostaje bez dovoda vode. Upravo to je glavna funkcija razdjelnika. Osim glavnog razdjelnika postavljaju se i manji razdjelnici u svaki stan kod kojih se cjevovod razdvaja posebno prema svakoj izljevnoj jedinici. U protivnom u instalaciji bez razdjelnika, ako dođe do nezgode, postoji mogućnost da cijela zgrada ostane bez dovoda vode. U nastavku će biti opisane instalacije s razdjelnikom i bez razdjelnika. Glavna razlika je to što se u instalaciji s razdjelnikom koristi veća količina cijevi pa je i početna investicija nešto veća. Točnija analiza bit će dana nakon proračuna.

## 2.6. Ostali dijelovi vodovodne instalacije

Pumpa je stroj koji koristeći mehanički rad prenosi energiju na vodu i na taj ju način dobavlja na višu razinu ili područje višeg tlaka. Postoje ručne i motorne pumpe, a u zgradama se primjenjuju motorne. Odabir pumpe ovisi o potrebnoj količini vode i visini dobave. Najčešće se koriste centrifugalne pumpe raznih konstrukcija koje rade na principu da se u kućištu od lijevanog željeza osovinom s lopaticama okreće velikom brzinom. Lopatice su savijene pod određenim kutom, te uslijed njihovog radijalnog okretanja voda aksijalno ulazi u kanale između lopatica. Voda se, glede tlaka, usmjerava u potisnu cijev, a pojava vakuuma kod usisne cijevi rezultira kontinuiranim ulaskom vode. Pumpa se najčešće postavlja u razvodnom vodu, prije razvodnika ili ispred posuda pod tlakom, a glavni zadatak je osigurati dovoljnu količinu vode i dovoljan tlak na svim izljevnim jedinicama u zgradi [1].

Hidrofor je posuda koja služi za stvaranje tlaka potrebnog za dizanje vode, a pritom stvara malu akumulaciju vode. Glavni cilj im je reguliranje dovoda i potrošnje vode u vodovodnoj mreži. Hidrofor se sastoji od kotla u kojem se nalaze voda i zrak. Voda se pomoću pumpe ubacuje u kotao i kako razina raste tako se komprimira zrak. Taj princip osigurava stalan tlak u vodovodnoj mreži na način da se pumpa automatski pokreće i dopunjava razinu vode kada tlak u kotlu padne. Točke minimalnog i maksimalnog pritiska mogu se regulirati, a najčešće je složeno tako da se voda nadopunjava 4 do 6 puta na sat što je optimalno.

Ostale posude pod tlakom mogu biti *hidrocel*, *hidrotuba*, *hidropress* ili *hell-hxtrol*. To su plastične ili metalne posude s membranom od gume. Guma se puni vodom i pod pritiskom rasteže dok ne dotakne stijenke posude što je znak pumpi da prestane puniti vodu. Nakon prekida pumpanja, guma se steže i ispušta vodu sve dok ne dotakne unutarnju cijev. U slučaju pucanja membrane voda se ne prolijeva, nego ostaje u posudi [1].

### 3. IZVOĐENJE VODOVODA U ZGRADI

Svaka vodovodna instalacija u kući ili zgradi koja je priključena na komunalni vodovod, započinje od vodomjera. Svi vodovi postavljeni prije vodomjera odgovornost su komunalnog poduzeća, a nakon vodomjera odgovornost preuzima vlasnik toga objekta. Nakon vodomjera postavlja se razvodni vod koji je uvijek u horizontalnom položaju do mjesta gdje se spajaju vertikalni vodovi. Dužina vertikalnih vodova ovisi o visini zgrade, tj. broju katova (etaža). Od vertikalnih vodova odvajaju se grane i ogranci prema izljevnim mjestima.

Razvodna mreža može se postaviti na dva načina. Jedan od načina je granasti sustav u kojem postoji glavni horizontalni vod i od njega se kratkim putem dolazi do vertikalala. Horizontalni vod je pristupačan i nema potrebe za velikom dužinom cijevi, no u slučaju kvara na ovoj cijevi cijela se mreža mora zatvoriti. U slučaju kvara na vertikalnoj cijevi koja se spaja na razvodni vod, postavljaju se ventili koji omogućuju zatvaranje samo jedne vertikale tako da ostatak zgrade i dalje ima dovod vode. Kako se ti ventili nalaze svugdje po zgradi, u slučaju nezgode može proći dosta vremena do zatvaranja ventila. Iz tog se razloga postavljaju već prije spomenuti razvodnici. Na taj se način svi ventili nalaze na jednom mjestu i reakcija u slučaju kvara je mnogo brža. Drugi način je prstenasti sustav koji iziskuje puno više cijevologije, ali je protok vode ujednačeniji i u slučaju kvara može se zatvoriti samo određeni dio mreže. U ovom sustavu ne može se ugraditi razvodnik.

Razvodni vodovi najčešće se postavljaju u podrumskim prostorijama ispod stropa po zidovima, a ponekad i ispod podrumskog poda. U tom slučaju vodovi moraju biti zakopani barem 30 cm ispod površine poda pa se ovaj način ne preporuča i nastoji se izbjeći. Cijevi postavljene ispod poda podložne su koroziji, nisu vidljive pa se ne mogu kontrolirati i u slučaju kvara mora se razbijati pod. U slučaju ovakvog postavljanja, cijevi se obavezno moraju postaviti u betonske kanale s poklopcima. Iz navedenih je razloga razvodne vodove najbolje postaviti po unutarnjim zidovima i po stropu podruma. Na taj način cijevi su pristupačne i nisu toliko podložne koroziji.

Pritom se mora voditi računa da vodovima ne smetaju druge instalacije. Kod postavljanja horizontalnih vodova uvijek treba obratiti pažnju na nagib cijevi jer se postavljaju samo približno horizontalno. Nagib obično iznosi 2 – 5% i osigurava istjecanje vode iz vodova kada se otvori ispusna slavina. Isto tako, na taj se način sprječava skupljanje zraka u cijevima čiji mjehuri izazivaju buku u cjevovodu. Uvijek postoje situacije kada vod mora zaobilaziti dio stropa ili zida prema dolje. U tom slučaju, čak i nakon ispuštanja vode iz mreže, u tom će

dijelu ostati voda i s vremenom će se nakupljati talog pa treba voditi računa da se u takvim dijelovima ugradi ispusna slavina. U slučaju da vod zaobilazi neku prepreku s gornje strane, postoji mogućnost nakupljanja zraka u takvim džepovima pa se preporuča postavljanje odzračnog ventila.

Na horizontali razvodni vod postavljaju se vertikalni vodovi (okomiti vodovi) koji dovode vodu na katove. Njihov zadatak je opskrba pojedinih grupa izljevniha mjesta ili pojedinih sanitarnih predmeta. Kada u sustav nije ugrađen razdjelnik, vertikalna obavezno mora imati zaporni ventil s ispusnom slavinom, izuzetak može biti u malim zgradama s jednim stanom. U slučaju da je ugrađen razdjelnik, svaka vertikalna ima svoj zaporni ventil i ispusnu slavinu na jednom mjestu. Na taj način osigurava se lakša kontrola i upravljanje vertikalnim vodovima koji se mogu postavljati na dva načina: otvoreno i zatvoreno. U otvorenom načinu vertikalni vodovi postavljaju se po zidovima i stropovima, a u zatvorenom u žljebovima i kanalima [1].

Ovi načini postavljanja vodova odnose se i na manje grane i ogranke, tj. na sve cijevi postavljene u zgradi. Kada je riječ o otvorenom načinu postavljanja vodova, važno je reći da se radi o jeftinijoj i jednostavnijoj izvedbi u kojoj je lakše kontrolirati vodove i otkloniti kvarove. Loše je to što su cijevi izložene udaru, hlađenju, grijanju, kondenzaciji, nakupljanju prašine pa ih se mora održavati i estetski urediti (obojiti), zauzimaju mjesto i otežavaju razmještaj drugih predmeta. Pri zatvorenom sustavu cijevi su bolje zaštićene, nevidljive su, ali iz tog razloga teže se pronalaze kvarovi i još teže otklanjaju. Ovakav način je nešto skuplji i kompliciraniji od otvorenog, ali je estetski prihvatljiviji i ne zahtjeva nikakvo održavanje. Odabir sustava ovisi o prostoriji. Ako se radi o prostoriji gdje je estetski izgled jako važan, vjerojatnije je da će se ugraditi zatvoreni sustav i obratno.

Nakon vertikalnih vodova postavljaju se grane i ogranci koji dovode vodu do izljevnoha mjesta. Preporuča se grupiranje sanitarnih predmeta u jednu prostoriju jer se na taj način smanjuje dužina grana koje su obično horizontalne, a ponekad i vertikalne. Na njih se spajaju ogranci i u pravilu se vode po zidovima, a njihova visina ovisi o visini sanitarnog predmeta. Grane se najčešće postavljaju na visini od 20 cm iznad poda, a na svakoj grani poželjno je postaviti zaporni ventil za zatvaranje potoka vode u slučaju popravka ili zamjene ispusnice. Kod postavljanja razdjelnika u svaki stan, kao što je već spomenuto, svaka izljevna jedinica spojena je posebno i ima posebni ventil za regulaciju protoka.

#### 4. PRORAČUN VODOVODNE INSTALACIJE

U svakoj kući postoji vodovodna instalacija s različitim izljevnim mjestima koje se razlikuju po količini vode koju koriste, po učestalosti korištenja i vremenu korištenja, po brzini vode itd. Cilj kod konstruiranja takve instalacije je da, u svakom trenutku, na svim izljevnim mjestima postoji mogućnost korištenja vode u zadovoljavajućoj količini, pa i u slučaju da se, u isto vrijeme, na svim izljevnim mjestima pusti voda. Da bi se to ostvarilo, potrebno je točno proračunati dimenzije cjevovoda koji bi trebao, po mogućnosti, biti što kraći, izračunati gubitke tlaka (linijske i lokalne), brzinu vode itd. Na dimenziju cijevi, tj. na unutrašnji presjek cijevi utječe više čimbenika (količina vode na izljevnom mjestu, tlak vode u cijevnoj mreži, brzina vode u cijevima).

Količina vode ustanovljuje se eksperimentalno, te je prikazana unutar tablice 1, a ovisi o: broju korisnika, vrsti i broju izljevniha mjesta, namjeni, upotrebi i konstrukciji izljeva, godišnjem dobu, navikama itd.

**Tablica 1.** Izljevne jedinice [2]

Oznaka	Vrsta izljeva	Izljevne jedinice
Z	Zahodska školjka s vodokotlićem	0,25
B	Bide	0,25
P	Perilica rublja ili suđa	1,50
U	Umivaonik	0,50
K	Kada	1,50
T	Tuš kada	1,50
S	Sudoper	0,50

Količinu vode koja protječe u određenoj dionici cjevovoda određujemo prema broju jedinica opterećenja, tj. izljevnim jedinicama  $IJ$ . Izljevne jedinice uvode se u proračun instalacije vodovoda da se pojednostavi proračun instalacije. Jedna izljevna jedinica predstavlja onu količinu vode koja istječe na izljevnom mjestu kroz cijev promjera  $\varnothing 10$  mm pri punom mlazu i tlaku istjecanja od 0.5 bara.

$$1 IJ = 0,25 \text{ l/s}$$

Odnos između protočne količine vode i jedinica opterećenja prikazuje se prema izrazu 1:

$$q = 0,25 * \sqrt{IJ} \text{ [l/s]} \quad (1)$$

#### 4.1. Promjer cijevi

Za vodovodnu instalaciju koriste se cijevi različitog materijala i različitog promjera. Postoji nazivni promjer cijevi na temelju kojeg ih kupujemo, npr. 15 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm. Za izračun se koristi unutarnji, tj. čisti promjer cijevi koji dobivamo tako da od nazivnog promjera oduzmemo debljinu stijenke kao što je vidljivo u izrazu 2., npr. debljina stijenke PPR cijevi 25 mm je 2,3 mm, pa je unutarnji promjer:

$$d_u = 25 - (2 * 2,3) = 20,4 \text{ mm} \quad (2)$$

Da bi se izračunao potreban (stvaran) promjer cijevi, prethodno treba izračunati protok (Q) u toj dionici cjevovoda, a kao usvojena početna brzina (v) uzima se 1,5 m/s. Potreban promjer cijevi računa se za svaku dionicu cjevovoda posebno, prema izrazu 3 [2]:

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}} \quad (3)$$

#### 4.2. Brzina

Na temelju dobivenog rezultata odabiremo cijev koja promjerom odgovara toj veličini. Nakon odabira cijevi potrebno je izračunati stvarnu brzinu za određenu dionicu i to prema izrazu 4 [2]:

$$v = \frac{4 * Q}{d^2 * \pi} \quad (4)$$

Brzina u cjevovodu ne smije biti prevelika niti premala, nego u određenim granicama koje su dane u tablici 2.

**Tablica 2.** Preporučena brzina vode u cijevima [2]

Vrsta voda	Brzina vode (m/s)
Kućni priključci	1,0 – 2,5
Razvodni vodovi	1,0 – 2,0
Vertikale	1,0 – 2,0
Grane i ogranci	1,0 – 2,5
Vertikale i grane u bolnicama, hotelima i sl.	0,5 – 0,7
Topla voda – cirkulacijski vodovi	0,2 – 0,4

### 4.3. Gubici tlaka

U svakom cjevovodu postoji gubitak tlaka koji, ni u jednoj grani, ne smije biti veći od raspoloživog. Ti gubici mogu se izračunati prema izrazu 5 [2]:

$$H_t = H_u - h_g - h_i - h_v \quad (5)$$

Gdje je:  $H_u$  - minimalni tlak u uličnom vodu na mjestu priključka,

$h_g$  - visina najvišeg izljevnog mjesta (visinska razlika od uličnog cjevovoda do najvišeg izljeva),

$h_i$  - izljevni tlak (tlak istjecanja – sanitarni izljevi 0.5 bara, Sprinkler mlaznica 0.7 bara, požarni hidrant 2.5 bara),

$h_v$  - gubitak tlaka u vodomjeru (mora biti manji od 0.5 bara, vodomjer se bira iz dijagrama na osnovu maksimalne potrošnje vode u l/s za cijelu zgradu) i

$h_t$  - dozvoljeni, raspoloživi gubitak tlaka.

Kako bi se mogla osigurati potrebna količina vode svim kućanstvima, a isto tako i na svim trošilima u kući, potrebno je osigurati minimalne tlakove u cijevnoj mreži. Općenito, javno komunalno poduzeće je dužno osigurati minimalni tlak od 2.5 bara (25 mVS) na priključku za svaku kuću. Normalni radni tlak je 5 bara (50 mVS), a maksimalni tlak koji se dopušta je 6 bara (60 mVS) [13].

Na spomenute gubitke u cijevnoj mreži utječe mnogo čimbenika. Prema tome ih možemo podijeliti na linijske i lokalne gubitke.

#### 4.3.1. Linijski gubici

Linijski gubici ( $h_t$ ) nastaju u svakom vodovodu zbog trenja. Mogu se izračunati prema izrazu 6 [13]:

$$h_t = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$

Gdje je:  $\lambda$  – koeficijent trenja i računa se prema izrazu 7 [2]:

$$\lambda = \frac{1,325}{\left[ \ln \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (7)$$

Re – Reynoldsov broj koji se izračunava prema izrazu 8 [2]:

$$Re = \frac{v * d * \rho}{\mu} \quad (8)$$

$\mu$  - dinamička viskoznost vode ( $1,005 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ )

$\rho$  – gustoća vode (pri temp  $20^\circ$  je  $998,2 \text{ kg/m}^3$ )

d – promjer cijevi

k – hrapavost cijevi (0.020 mm za PPR cijevi)

g – ubrzanje zemljine sile teže ( $g=9.81 \text{ m/s}^2$ )

v – brzina vode

U tablicama 3, 4, i 5 prikazane su dinamička viskoznost, gustoća vode i hrapavost PPR cijevi.

**Tablica 3.** *Dinamička viskoznost [9]*

Dinamička viskoznost	$\mu \text{ (Pa} \cdot \text{s)}$
Maslinovo ulje	0,986
Sulfatna kiselina	0,025
Salicilna kiselina	$2,71 \cdot 10^{-3}$
Glicerol	$1,49 \cdot 10^{-3}$
Etanol	$1,20 \cdot 10^{-3}$
Voda	$1,005 \cdot 10^{-3}$
Benzen	$6,52 \cdot 10^{-4}$

**Tablica 4.** *Gustoća vode [9]*

Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	Gustoća ( $\text{kg/m}^3$ )
100	958,4
80	971,8
60	983,2
40	992,2
30	995,6502
25	997,0479
22	997,7735
20	998,2071
15	999,1026
10	999,7026
4	999,9720
0	999,8395

**Tablica 5.** *Hrapavost cijevi [2]*

Materijal cijevi	Hrapavost cijevi k (mm)
Čelične pocinčane cijevi	0,15
Bakrene, mjedene i staklene cijevi	0,0015
Cijevi od lijevanog željeza	0,125
Polietilenske (PEHD) i polipropilenske (PP) cijevi (nakon 20 god.)	0,020
Betonske cijevi, glatke	0,5
Betonske cijevi, hrapave	2,0



### 4.3.2. Lokalni gubici

Lokalni gubici nastaju na tzv. preprekama na koje voda dolazi u cjevovodu, a to su račve, koljena, suženja itd. Računaju se prema izrazu 9 [2]:

$$h_l = \zeta * \frac{v^2}{2g} \quad (9)$$

Gdje je:  $\zeta$  - koeficijent lokalnog otpora i zavisi o vrsti otpora, a određuje se eksperimentalno.

















Na slici 19 i 20 prikazani su lokalni gubici na pojedinim spojnim dijelovima, a u tablici 6 nalaze se koeficijenti lokalnih gubitaka ostalih dijelova korištenih u instalaciji vodovodne mreže.

**Tablica 6.** Tabelarni prikaz koeficijenata lokalnih gubitaka korištenih PPR spojnica [12]

Spojnica	Crtež	Simbol	Opaska	$\zeta$ vrijednost
Mufa/spojnica				0,25
Redukcijska spojnica			Redukcija...	
			...za 1 dimenziju	0,40
			...za 2 dimenzije	0,50
			...za 3 dimenzije	0,60
			...za 4 dimenzije	0,70
			...za 5 dimenzija	0,80
Koljeno 90°				1,20
Segmentni luk 90° (promjer 200 - 315 mm)				0,80
Koljeno 90° u/v.				1,20
Koljeno 45°				0,50
Koljeno 45° u/v.				0,50
T komad				0,25
			Odvajanje toka	1,20
			Spajanje toka	0,80
			Protusmjerni tok pri odvajanju toka	1,80
			Protusmjerni tok pri spajanju toka	3,00
Redukc. T komad	$\zeta$ vrijednost dobiva se zbrajanjem T komada i redukcijske spojnice			
Križni komad			Odvajanje toka	2,10
			Spajanje toka	3,70

( → = Smjer tečenja )

**Tablica 7.** Tabelarni prikaz koeficijenata lokalnih gubitaka korištenih PPR spojnica

Spojnica	Crtež	Simbol	Opaska	$\zeta$ vrijednost
Sedlasta spojnica za zavarivanje				0,25
			Odvajanje toka	0,5
			Protusmjerni tok pri spajanju toka	1,00
Redukc. T komad	$\zeta$ vrijednost se dobiva zbrajanjem sedlaste spojnice i redukcijskog komada			
Prijelazni komad s unutarnjim navojem				0,50
Prijelazni komad s vanjskim navojem				0,70
Koljeno s unutarnjim navojem				1,40
Koljeno s vanjskim navojem				1,60
Prijelazni T komad s unutarnjim navojem			Odvajanje toka	
			- 16 x 1/2" x 16 - 20 x 3/4" x 20	1,40
			- 20 x 1/2" x 20 - 25 x 3/4" x 25 - 32 x 1" x 32	1,60
			- 25 x 1/2" x 25 - 32 x 3/4" x 32	1,80
Prijelazni T komad s vanjskim navojem			Odvajanje toka - 20 x 1/2" x 20	1,80

( → = Smjer tečenja)

**Tablica 7.** Koeficijenti lokalnih gubitaka

Priključni elementi	Promjer cijevi (mm)				
	20	25	32	40	50
Ventil s ravnim sjedištem		4,0	6,0		
Kutni ventil	2,0	2,0			
Zasun	0,5	0,5	0,3	0,3	
Izljev	1,0	1,0			
Vodomjer		1,0			1,0
Razdjelnik			1,6		

#### 4.4. Primjer proračuna vodovodne instalacije

Kod proračuna vodovodne instalacije potrebno je odrediti dionice. Dionice se označavaju brojčano ili slovima, a određuju se radi pojednostavljenja proračuna, a time se i smanjuje mogućnost pogreške. Nakon što se odrede dionice potrebno je izračunati broj izljevničkih jedinica po svakoj dionici i odrediti dužinu dionice, tablica 7. Ako se druga dionica nalazi u nastavku, vrijednost izljevničkih dionica na kraju druge (zadnje) dionice mora biti jednaka zbroju svih izljevničkih jedinica. Ukoliko postoji grana koja je ujedno i zasebna dionica, izljevničke jedinice pišu se zasebno, a njihova vrijednost dodaje se sljedećoj dionici gledajući prema kraju mreže. Svi podaci upisuju se u excel gdje se postepeno izrađuje tablica kao što je prikazano u nastavku.

$$IJ = kada + wc = 0,5 + 0,25 = 0,75$$

**Tablica 8.** Proračun vodovodne instalacije

DIONICA	DUŽINA DIONICE	IZLJEVNA JEDINICA
	l(m)	IJ
1-2	3,76	0,75

Na temelju prikazanih podataka izračunava se protok, prema izrazu 1. Dobiveni rezultat mora biti prikazan u m<sup>3</sup>/h radi daljnjeg uvrštavanja u formule za izračun ostalih parametara, tablica 8.

$$q = 0,25 \cdot \sqrt{0,75} = 0,217 \text{ l/s}$$

**Tablica 9.** Proračun vodovodne instalacije

DIONICA	DUŽINA DIONICE	IZLJEVNA JEDINICA	PROTOK	
	l(m)	IJ	Q (l/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217

Nakon potrebnog protoka vode za tu dionicu, izračunava se promjer cijevi koji će to osigurati, prema izrazu 3.

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{v\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,000217}{1,5 * \pi}} = 0,0136 \text{ m}$$

Na temelju izračunatog promjera odabire se cijev čiji je unutarnji promjer najbliže izračunatom. U ovo slučaju, za dionicu 1-2, uzeta je cijev DN 20 čija debljina stjenka iznosi 1,9 mm pa je prema tome unutarnji promjer 16,2 mm. Cijev se odabire iz kataloga, a odabrana cijev, tj. njezin unutarnji promjer dalje se uvrštava u izraz 4 za izračun brzine vode u toj dionici, tablica 9.

$$v = \frac{4Q}{d^2\pi} = \frac{4 * 0,000217}{0,0162^2\pi} = 1,051 \text{ m/s}$$

**Tablica 10.** Proračun vodovodne instalacije

DIONICA	DUŽINA DIONICE	IZLJEVNA JEDINICA	PROTOK		BRZINA	PROMJER CIJEVI	
	l(m)	IJ	Q (l/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	v (m/s)	d stvarni(m)	d usvojeni (mm)
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2

U nastavku je potrebno izračunati Lambdu i Reynoldsov broj prema izrazima 7 i 8.

Reynoldsov broj iznosi:

$$Re = \frac{v * d * \rho}{\mu} = \frac{1,051 * 0,0162 * 998,2}{0,00002} = 16943,48$$

Lambda iznosi:

$$\lambda = \frac{1,325}{\left[ \ln \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$\lambda = \frac{1,325}{\left[ \ln \left( \frac{0,00002}{3,7 * 16,2} + \frac{5,74}{16943,48^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,02691$$

Nakon što su izračunati svi parametri, računaju se linijski gubici prema izrazu 6.

$$h_t = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{v^2}{2g} = 0,02691 * \frac{3,76}{0,0162} * \frac{1,051^2}{2 * 9,81} = 0,3516 \text{ m}$$

Nakon linijskih gubitaka potrebno je upisati sve lokalne gubitke koji se nalaze na toj dionici, slika 19, 20 i tablica 6. Dobiveni koeficijent uvrštava se u izraz 9 za izračun lokalnih gubitaka.

$$h_l = \zeta * \frac{v^2}{2g} = 8,8 * \frac{1,051^2}{2 * 9,81} = 0,4954 \text{ m}$$

Preostaje još samo zbrojiti linijske i lokalne gubitke i izračun je gotov, tablica 10.

**Tablica 11.** Proračun vodovodne instalacije

DIONICA	DUŽINA DIONICE	IZLJEVNA JEDINICA	PROTOK		BRZINA	PROMJER CIJEVI		REYNOLDSOV BROJ
	l(m)	IJ	Q (l/s)	Q (m³/s)	v (m/s)	d stvarni(m)	d usvojeni (mm)	Re
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48

LAMBDA	GUBITAK TLAKA			
	Linijski (ht)	Lokalni (hl)		
$\lambda$	ukupni		$\zeta$	ukupni
0,02691	0,3516	$3*k+tr+2*v+r+2*i$	8,8	0,4954
		<b>Ukupno</b>		<b>0,847</b>

Objašnjeni postupak provodi se za sve dionice u stanu i odnosi se na vodovodnu instalaciju bez razdjelnika. U prilogu se također nalazi i proračun vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom. Kod proračuna vodovodne instalacije s razdjelnikom treba obratiti pozornost na dionice.

Obzirom da se u svaki stan postavlja razdjelnik, na koji se svaka izljevna jedinica spaja posebno, svaka izljevna jedinica predstavlja jednu dionicu. Ostatak proračuna potpuno je jednak. U nastavku će biti prikazana analiza troškova instalacije u oba slučaja.

## 5. FINANCIJSKA ANALIZA VODOVODNE INSTALACIJE

Za izradu financijske analize potrebno je uzeti u obzir sve dijelove vodovodne instalacije, pobrojati ih, uvrstiti u izračun i na temelju kataloga određenog proizvođača izračunati konačnu cijenu cijelog sustava.

### 5.1. Financijska analiza vodovodne instalacije bez razdjelnika

Za instalaciju vodovodne mreže stambene zgrade sa šest stanova bez razdjelnika potrebni su elementi iz tablice 11 i 12:

**Tablica 12.** Elementi ugrađeni u vodovodnu instalaciju bez razdjelnika [7]

Fitinzi i ventili	Količina	Cijena (kn/kom)	Ukupno (kn)
Koljeno 90° fi 20 ŽŽ	18	1,17	21,06
Koljeno 90° fi 25 ŽŽ	30	1,49	44,7
Koljeno 90° fi 50 ŽŽ	2	10,95	21,9
Koljeno 90° s unutarnjim navojem fi 20 x 1/2"	24	11,93	286,32
Koljeno 90° s unutarnjim navojem fi 25 x 1/2"	30	12,21	366,3
T komad 25-25-25	27	2,08	56,16
T komad 20-20-20	6	3,9	23,4
T komad 25-20-25	3	2,15	6,45
T komad 32-32-32	1	3,52	3,52
Križni komad fi 32	2	13,25	26,5
T komad s unutarnjim navojem 25-1/2"-25	12	13,19	158,28
Redukcija 25-20 ŽŽ	9	1,51	13,59
Redukcija 40-32 ŽŽ	1	5,91	5,91
Redukcija 32-25 ŽŽ	4	1,94	7,76
Ventil uzidni fi 25	18	48,21	867,78
Ventil uzidni fi 20	24	41,11	986,64
Ventil propusni ravni fi 25	12	43,19	518,28
Ventil propusni ravni fi 40	1	80,35	80,35
Vodomjer	6	286,88	1.721,28
Vodomjer (glavni)	1	551,25	551,25
<b>Ukupno</b>			<b>5.767,43</b>

**Tablica 13.** Cijevi ugrađene u vodovodnu instalaciju bez razdjelnika [7]

Cijevi	Stvarna količina (m)	+5%	Kupljene cijevi (m)	Cijena (kn/m)	Ukupno (kn)
fi 20	34,2	35,9	36,0	5,1	184,0
fi 25	69,5	73,0	76,0	8,0	610,3
fi 32	3,1	3,3	4,0	13,0	51,9
fi 40	3,1	3,3	4,0	19,8	79,3
fi 50	19,95	20,9	24,0	27,9	670,1
<b>Ukupno</b>	<b>129,9</b>	<b>136,4</b>	<b>144,0</b>		<b>1.595,5</b>

Troškovi svih spojnih elemenata i ventila u zgradi bez razdjelnika iznose 5.763,43 kn, a troškovi cijevi 1.595,50 kn. Dakle, ukupni troškovi vodovodne instalacije stambene zgrade bez razdjelnika su 7.358,93 kn, tj. 7.400,00 kn.

Kod izračuna potrebne dužine cijevi dodaje se čimbenik sigurnosti od 5% te se na taj način nadomješćuju gubici kod zavarivanja, rezanja i spajanja cijevi. PPR cijevi koje su korištene u ovoj instalaciji, prodaju se u dužini od 4 m. Iz tog razloga su troškovi cijevi nešto veći, tj. kupljena količina cijevi nešto je veća od stvarne potrebne količine dobivene izračunom.

## 5.2. Financijska analiza vodovodne instalacije s razdjelnikom

Za instalaciju vodovodne mreže stambene zgrade sa šest stanova s razdjelnikom potrebni su elementi iz tablice 13 i 14:

**Tablica 14.** Elementi ugrađeni u vodovodnu instalaciju s razdjelnikom [7]

Fitinzi i ventili	Količina	Cijena (kn/kom)	Ukupno (kn)
Koljeno 90° fi 20 ŽŽ	174	1,17	203,58
Koljeno 90° fi 25 ŽŽ	24	1,49	35,76
Koljeno 90° fi 32 ŽŽ	30	2,26	67,8
Koljeno 90° fi 40	2	4,71	9,42
Koljeno 90° s unutarnjim navojem fi 20 x 1/2"	54	11,93	644,22
Koljeno 90° s unutarnjim navojem fi 25 x 1/2"	6	12,21	73,26
T komad s unutarnjim navojem 32-1"-32	6	26,25	157,5
Redukcija 25-20 ŽŽ	6	1,51	9,06
Redukcija 40-32 ŽŽ	1	5,91	5,91
Redukcija 32-20 ŽŽ	6	1,81	10,86
Ventil kuglasti fi 20	54	35,6	1922,4
Ventil kuglasti fi 25	6	47,57	285,42
Ventil kuglasti fi 32 s ispustom	6	79	474
Ventil propusni ravni fi 25	12	43,19	518,28
Ventil propusni ravni fi 32	6	73,77	442,62
Razdjelnik	7	48,8	341,6
Vodomjer	6	286,88	1721,28
Vodomjer (glavni)	1	551,25	551,25
<b>Ukupno</b>			<b>7.474,22</b>

**Tablica 15.** Cijevi ugrađene u vodovodnu instalaciju s razdjelnikom [7]

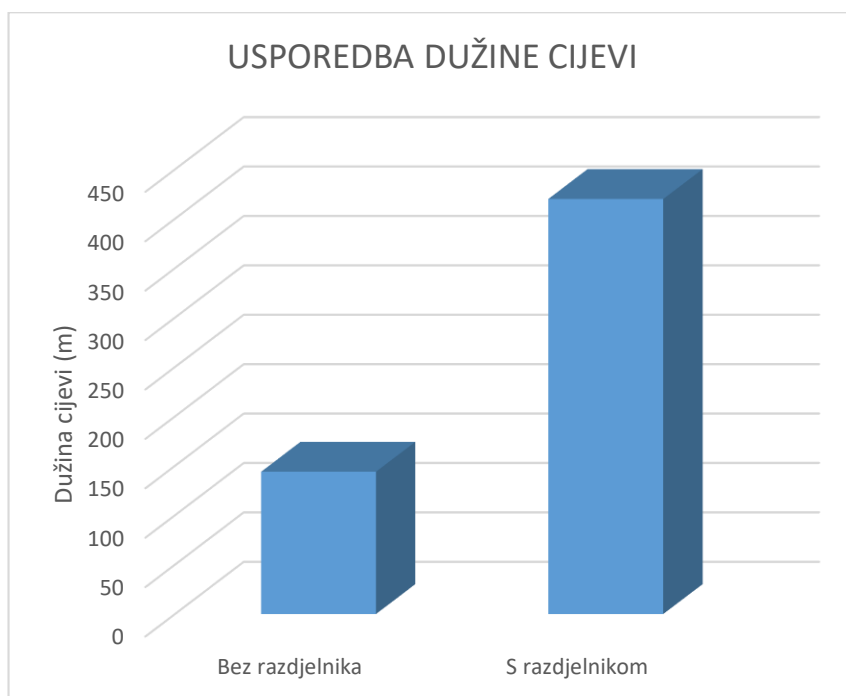
Cijevi	Stvarna količina (m)	+5%	Kupljene cijevi (m)	Cijena (m)	Ukupno (kn)
fi 20	221,5	232,6	232,0	5,1	1185,5
fi 25	51,9	54,5	56,0	8,0	449,7
fi 32	115,4	121,1	120,0	13,0	1557,6
fi 40	8,0	8,4	12,0	19,8	237,8
<b>Ukupno</b>	<b>396,8</b>	<b>416,6</b>	<b>420,0</b>		<b>3430,6</b>

Troškovi svih spojnih elemenata i ventila u zgradi s ugrađenim razdjelnikom iznose 7.474,22 kn, a troškovi ugrađenih cijevi iznose 3.430,60 kn. Ukupni troškovi vodovodne instalacije iznose 10.904,80 kn, tj. 11.000 kn.

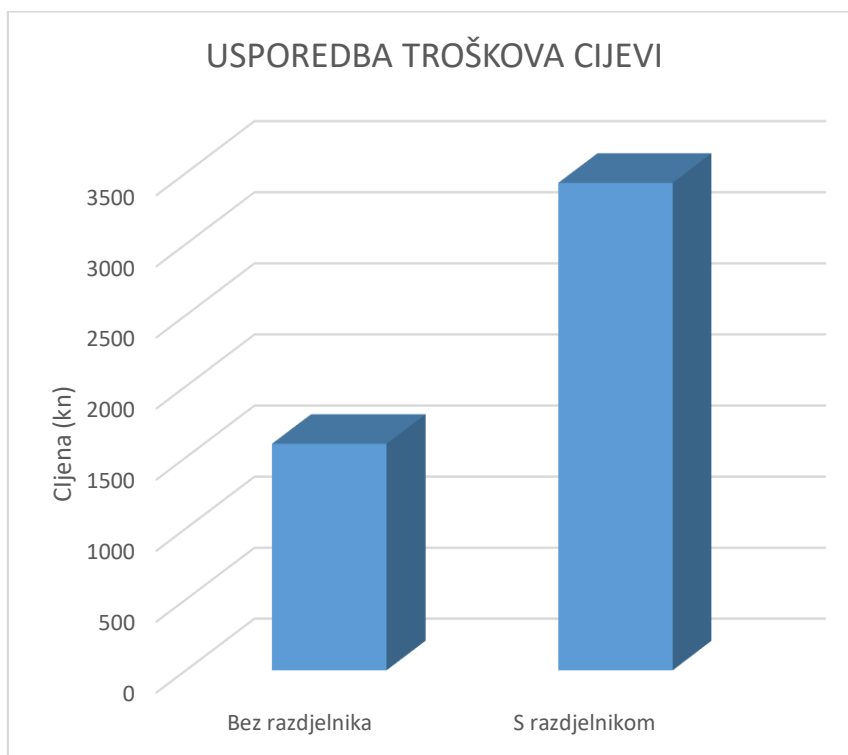
### 5.3. Analiza dobivenih rezultata

U prethodno prikazanim tablicama nalaze se troškovi svih dijelova vodovodne instalacije, i to u varijanti sa i bez razdjelnika. U nastavku se nalazi grafički prikaz usporedbe pojedinih rezultata. Na slici 21 prikazana je usporedba potrebne dužine cijevi u vodovodnoj mreži. Vidljivo je da je u instalaciju s razdjelnikom ugrađeno puno više cijevi, točnije 276 m cijevi više nego u instalaciji bez razdjelnika. To je vidljivo i na slici 22 gdje su prikazani troškovi cijevi u instalaciji. Na slici 23 prikazani su troškovi svih ostalih ugrađenih elemenata (spojni dijelovi, ventili, vodomjer, razdjelnik). Sukladno većoj dužini cijevi, u instalaciju s razdjelnikom ugrađuje se veći broj spojnih elemenata, a ugrađuje se i razdjelnik u svaki stan, a to sve utječe na veću cijenu. Nakon pojedinačnih analiza i usporedbi možemo zaključiti da su ukupni troškovi vodovodne instalacije u koju je ugrađen razdjelnik osjetno veći, nego troškovi instalacije bez razdjelnika što je prikazano na slici 24. Ukupni troškovi vodovodne instalacije bez razdjelnika iznose 7.400,00 kn, a troškovi vodovodne instalacije s razdjelnikom su 11.000,00 kn što znači da je razlika 3.600,00 kn.

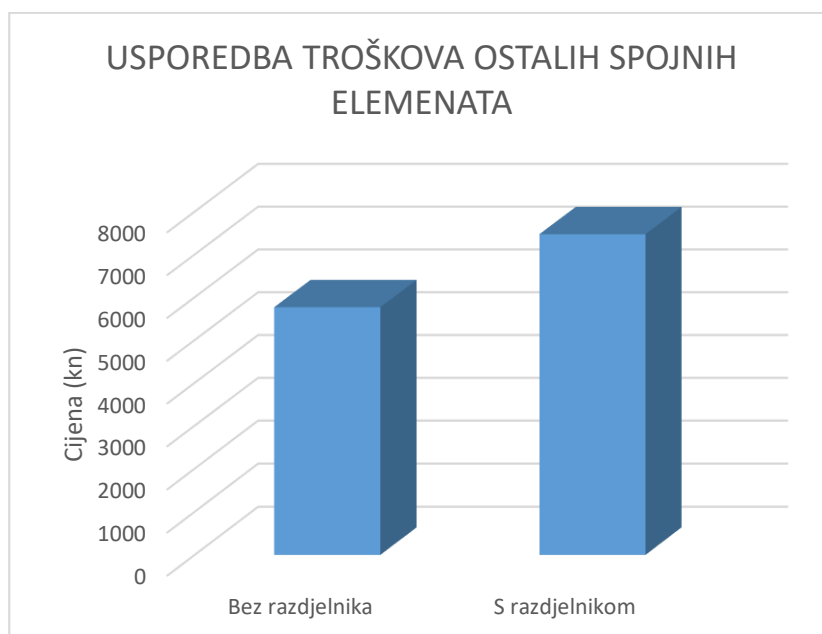




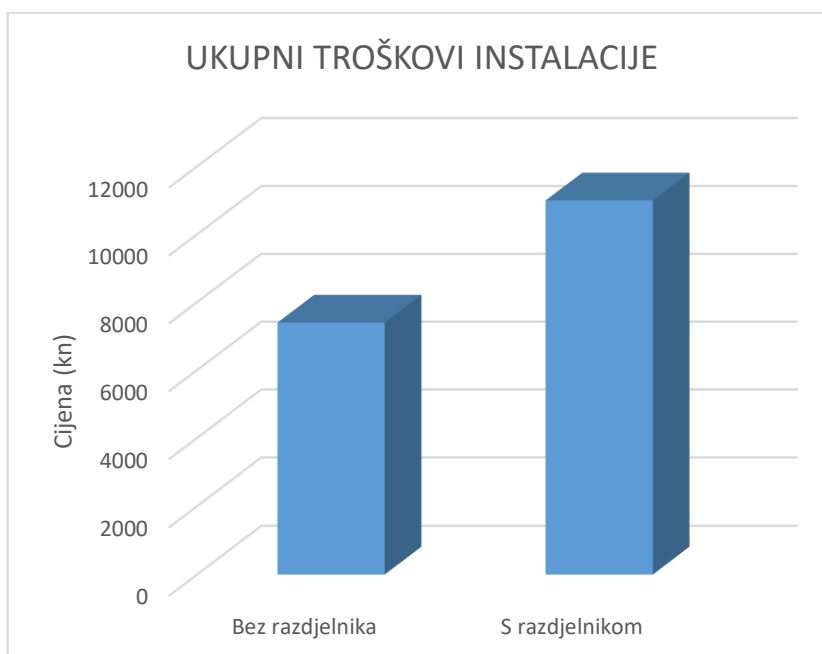
**Slika 18.** Usporedba dužine cijevi u instalaciji s i bez razdjelnika



**Slika 19.** Usporedba troškova cijevi u instalaciji s i bez razdjelnika



**Slika 20.** Usporedba troškova ostalih elemenata u instalaciji s i bez razdjelnika



**Slika 21.** Usporedba ukupnih troškova instalacije s i bez razdjelnika

Ukupnim troškovima vodovodne instalacije potrebno je dodati cijenu pumpe. Glede velikih gubitaka u cjevovodu koji nastaju zbog dužine cjevovoda i velikog broja ostalih elemenata ugrađenih u mrežu, potrebno je ugraditi pumpu koja će nadomjestiti te gubitke, tj. padove tlaka i osigurati zadovoljavajući protok vode na svim izljevnim jedinicama. Cijena pumpe dodat će se ukupnim troškovima vodovodne instalacije u varijanti s i bez razdjelnika tako da će se oni povećati, ali će omjer troškova ostati isti.

## 6. ODABIR PUMPE

Tlak u komunalnom vodovodu, osiguran od strane komunalnog poduzeća, iznosi minimalno 2,5 bara te nije dovoljan za normalno funkcioniranje vodovodne mreže u zgradi. Razlog su značajni gubici u zgradi koji utječu na smanjenje tlaka u cjevovodu, a time i protoka vode. To se može provjeriti i dokazati jednostavnom provjerom tlaka. 2,5 bara koje osigurava komunalno poduzeće jednako je 25 mVS. Od toga iznosa potrebno je oduzeti gubitke u vodovodnoj instalaciji i visinu najvišeg izljevnog mjesta u zgradi.

$$25 - 37,8 - 11,6 = -24,4 \text{ mVS} - \text{s razdjelnikom}$$

$$25 - 34,9 - 11,6 = -21,5 \text{ mVS} - \text{bez razdjelnika}$$

Dobiveni rezultat je -24,4 mVS (u instalaciji bez razdjelnika) što znači da je potrebno osigurati još najmanje 24,4 mVs kako bi se u svakom dijelu vodovodne mreže osigurala dovoljna količina vode. Kada bi tlak u komunalnoj mreži bio 5 bara, tj. 50 mVS izračunata vrijednost bila bi pozitivna što znači da je tlak na najvišem izljevnom mjestu u zgradi dovoljan za normalno funkcioniranje sustava. Pošto ovdje to nije slučaj, potrebno je ugraditi odgovarajuću pumpu koja će nadomjestiti sve padove tlaka. Pumpa se odabire iz kataloga na temelju protoka i visine dobave.

Iz proračuna je vidljivo da je na zadnjoj dionici (kod vodomjernog okna) protok vode 1,672 l/s što je jednako 6,02 m<sup>3</sup>/h. To je protok koji pumpa mora ostvariti uključujući i potrebnu visinu dobave 24,4 m. Na temelju toga odabrana je pumpa tipa CMB PM2 sa sljedećim specifikacijama [14]:

- Protok: max. 6,5 m<sup>3</sup>/h,
- Visina dizanja: max. 55,3 m,
- Temp. tekućine: 0°C do +60 °C i
- Radni tlak: max. 10 bara.

Primjena odabrane pumpe [14]:

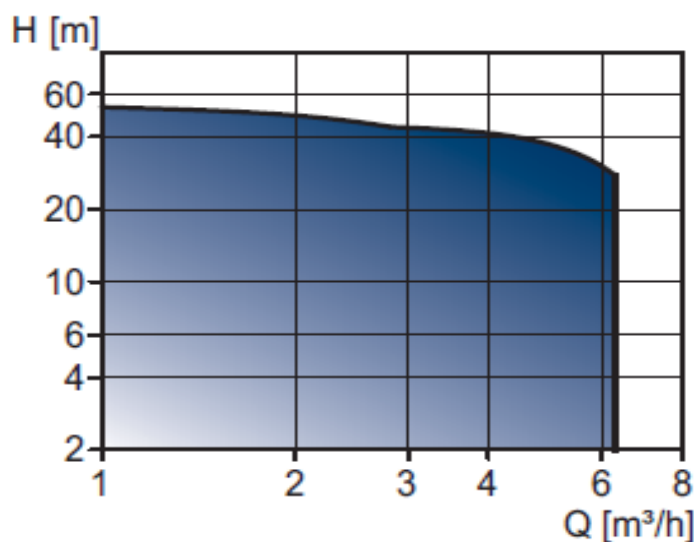
- Obiteljske kuće (jedna obitelj),
- Obiteljske kuće (dvije obitelji),

- Skupina kuća,
- Stambeni blokovi,
- Škole,
- Mali hoteli/pansioni i
- Male poslovne zgrade.

Karakteristike odabrane pumpe [14]:

- Verzije od lijevanog željeza ili nehrđajućeg čelika,
- Kompaktnost,
- Jednostavna instalacija,
- Automatsko resetiranje alarma,
- Zaštita od rada na suho,
- Zaštita od učestalog uključivanja (otkrivanje curenja) i
- Maksimalno kontinuirano vrijeme rada.

Na slici 25 prikazan je QH dijagram odabrane pumpe.



**Slika 22.** QH dijagram pumpe CMB PM2 [14]

Cijena pumpe je oko 4.300,00 kn što uvelike povećava troškove vodovodne instalacije. Prema tome, cijena vodovodne instalacije bez razdjelnika iznosi 11.700,00 kn, a s razdjelnikom 15.300,00 kn.

## 7. ZAKLJUČAK

Vodovodna instalacija predstavlja neophodan segment svakog stambenog prostora. Iz tog razloga, projektiranje i izvođenje mora se vršiti točno i bez pogrešaka koje bi kasnije mogle dovesti do neželjenih problema. Nedostatak vode, pa makar i u kraćem vremenskom razdoblju, u današnje je vrijeme teško zamisliv. Sukladno modernizaciji koja nas okružuje u svim aspektima života javljaju se novi načini izvođenja vodovodne mreže. Razvijaju se novi materijali koji su sve zastupljeniji zbog svoje jednostavnosti i boljih, prihvatljivijih svojstava u odnosu na prethodne.

U ovom radu, za instalaciju vodovodne mreže u stambenoj zgradi, korištene su PPR cijevi koje se, zajedno sa PX cijevima, najčešće koriste za instalaciju vodovodne mreže u zgradama. Za glavne horizontalne i vertikalne vodove u pravilu se koriste PPR cijevi glede manje cijene fazonskih dijelova potrebnih za spajanje, dok se za razvod mreže po stanovima mogu koristiti i PPR i PX cijevi. PX cijevi su relativno jeftine i jednostavno se ugrađuju jer za njihovo spajanje nisu potrebni fazonski dijelovi, već se preusmjeravaju laganim savijanjem.

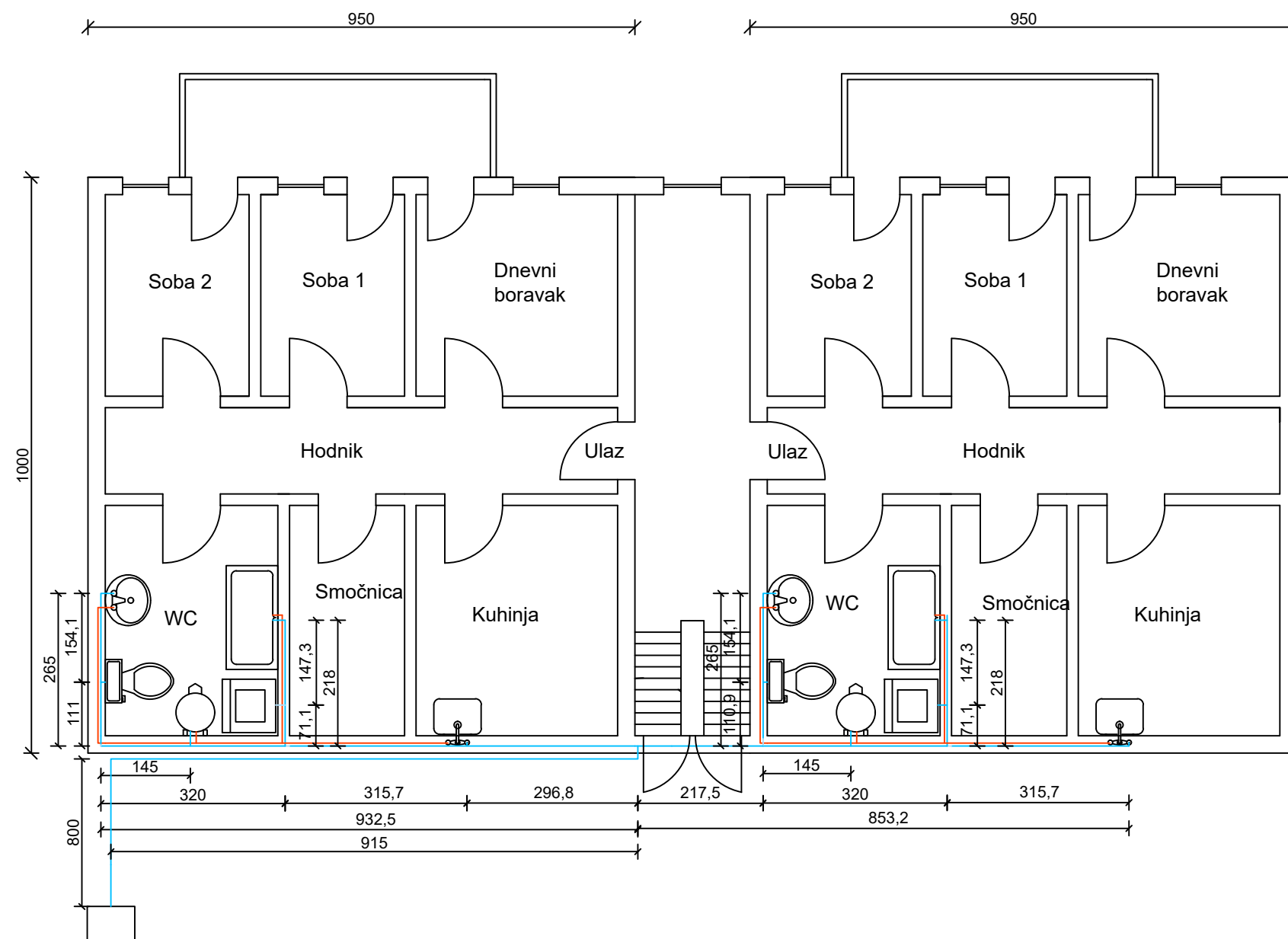
Usporedbom proračuna i financijske analize vodovodne instalacije stambene zgrade i vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom, utvrđena je osjetna razlika u cijeni. Uvrštavanjem razdjelnika u vodovodnu instalaciju povećava se ukupna dužina cjevovoda, broj potrebnih spojnih dijelova, a time i ukupna cijena instalacije. Cijena instalacije u ovom je slučaju porasla za 3.600,00 kn. Bez obzira na veću početnu investiciju, razdjelnici se ugrađuju u većinu novih stambenih zgrada zbog niza prednosti. Razdjelnik osigurava regulaciju toka vode u svakoj dionici posebno što pruža određenu sigurnost i praktičnost. Isto tako, postavljanjem glavnog razdjelnika kod ulaza vodovodne mreže u zgradu (što ne mora biti slučaj), dobiva se još veća sigurnost i neovisnost vodovodne mreže svih stanova u zgradi jer svaki stan ima svoju vertikalnu i glavni ventil gdje se može zatvoriti tok vode ukoliko je to potrebno.

Kao što je već spomenuto, bez obzira na veću početnu investiciju, preporuča se ugradnja razdjelnika koji predstavlja moderniji i održiviji način instalacije vodovodne mreže u stambenim zgradama.

## 8. LITERATURA

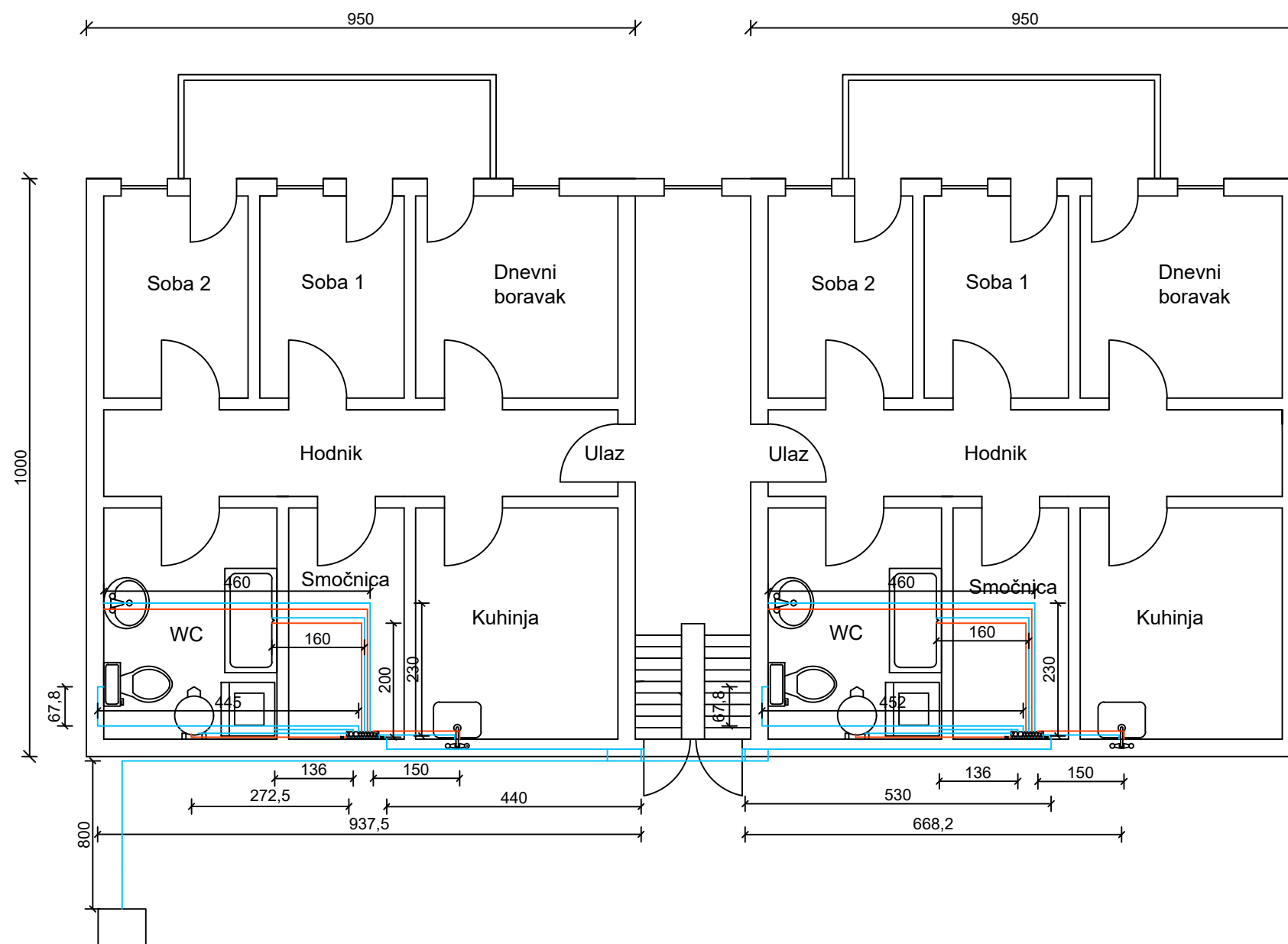
- [1] Radonić, M.; (2003). Vodovod i kanalizacija u zgradama, obnovljeno izdanje, Zagreb, Croatiaknjiga
- [2] Harapin, A.; Galić M.; (2012). Kućne instalacije, Sveučilište u Splitu, Split (*Preuzeto 10.10.2016.*)
- [3] <http://sichem.hr/katalog1.html> (*Preuzeto 15.10.2016.*)
- [4] <http://www.vis-trgovina.hr/cijevi-i-cijevni-fitinzi/besavne-celicne-cijevi-fitinzi/> (*Preuzeto 15.10.2016.*)
- [5] <http://www.kovintrade.hr/materijali/> (*Preuzeto 15.10.2016.*)
- [6] <http://termometal.hr/> (*Preuzeto 29.10.2016.*)
- [7] <http://www.ikoma.hr/> (*Preuzeto 8.11.2016.*)
- [8] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=66931> (*Preuzeto 29.10.2016.*)
- [9] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Viskoznost> (*Preuzeto 15.10.2016.*)
- [10] <http://www.aqt-aquatherm.hr/download/climatherm.pdf> (*Preuzeto 11.11.2016.*)
- [11] <http://www.alpro-att.hr/tolteam/UserFiles/File/aquaplus.pdf> (*Preuzeto 15.10.2016.*)
- [12] <http://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/Greenlife.pdf> (*Preuzeto 11.11.2016.*)
- [13] [https://www.fsb.unizg.hr/hydro/web\\_pdf/Komunalna\\_hidrotehnika/HardyCross.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/hydro/web_pdf/Komunalna_hidrotehnika/HardyCross.pdf) (*Preuzeto 18.10.2016.*)
- [14] <http://hr.grundfos.com/> (*Preuzeto 28.11.2016.*)

## **9. PRILOZI**

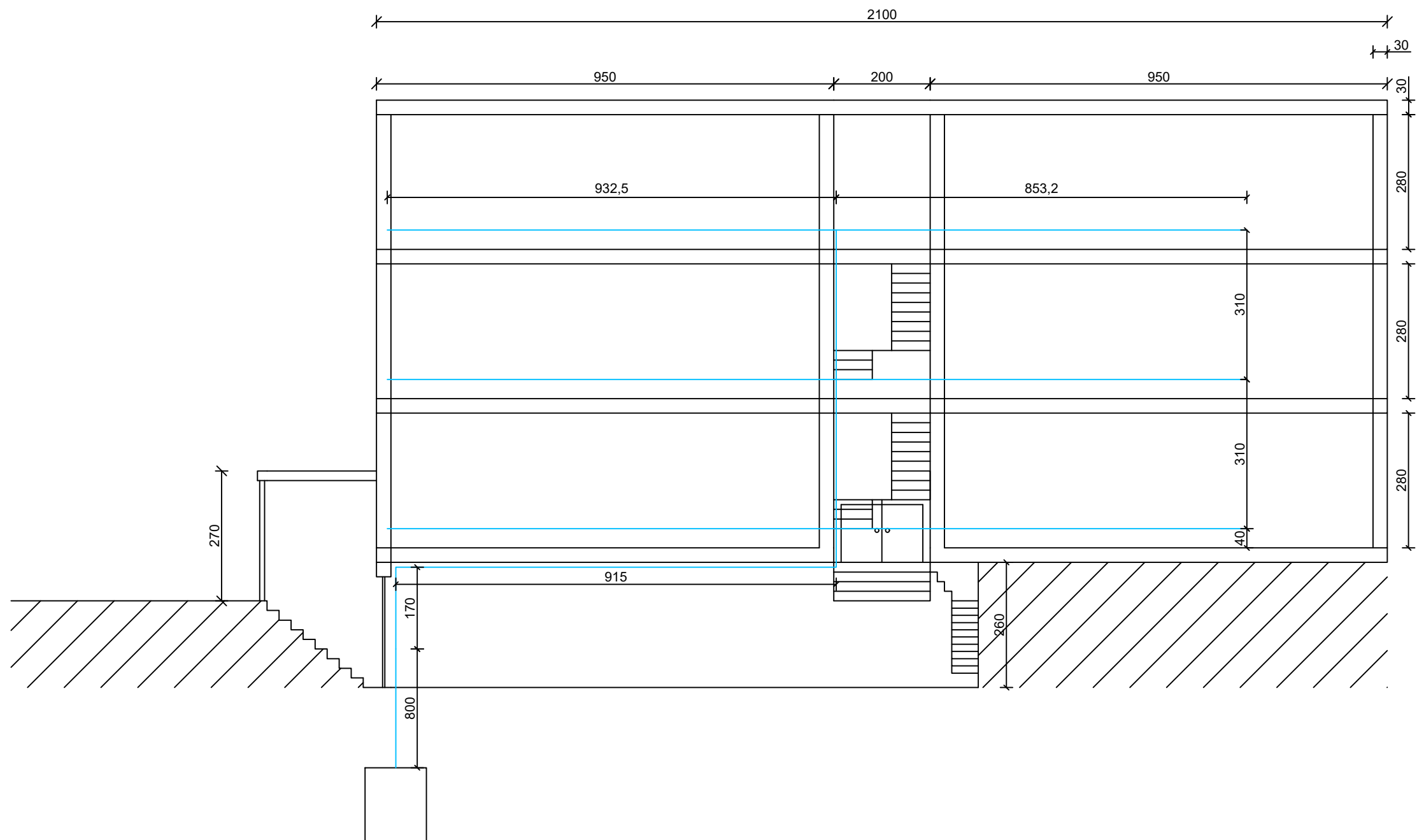


	Datum	Ime i Prezime	Potpis	MEV Čakovec
Projektirao	28.11.2016	Mario Holi		
Razradio	28.11.2016	Mario Holi		
Crtao	28.11.2016	Mario Holi		
Pregledao	15.03.2017	Sarajko Baksa		Mjerilo: 1:100
Naziv:			Objekt broj: 1	
TLOCRT VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE			R.N. broj: 28 - 11 - 16 - 1	

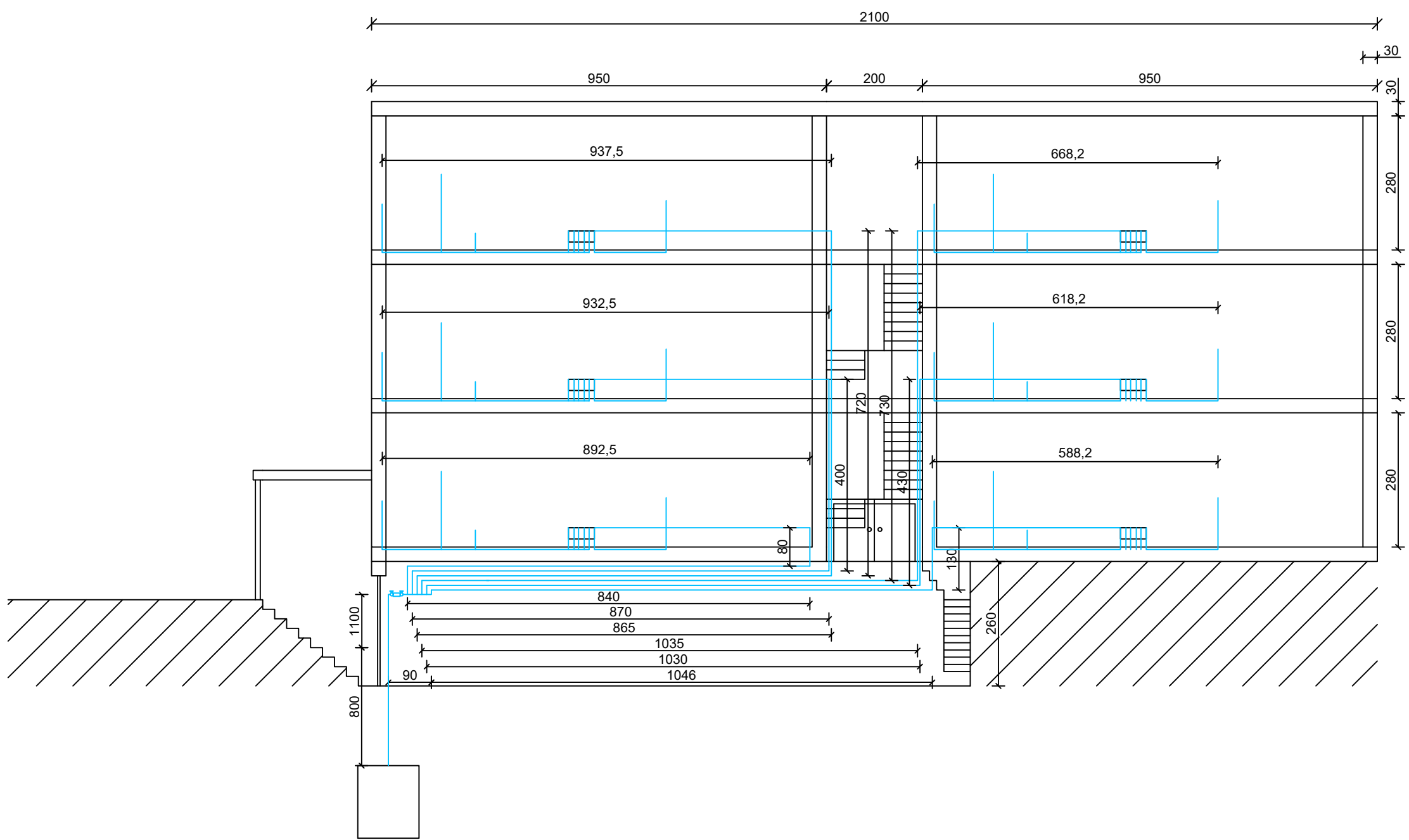




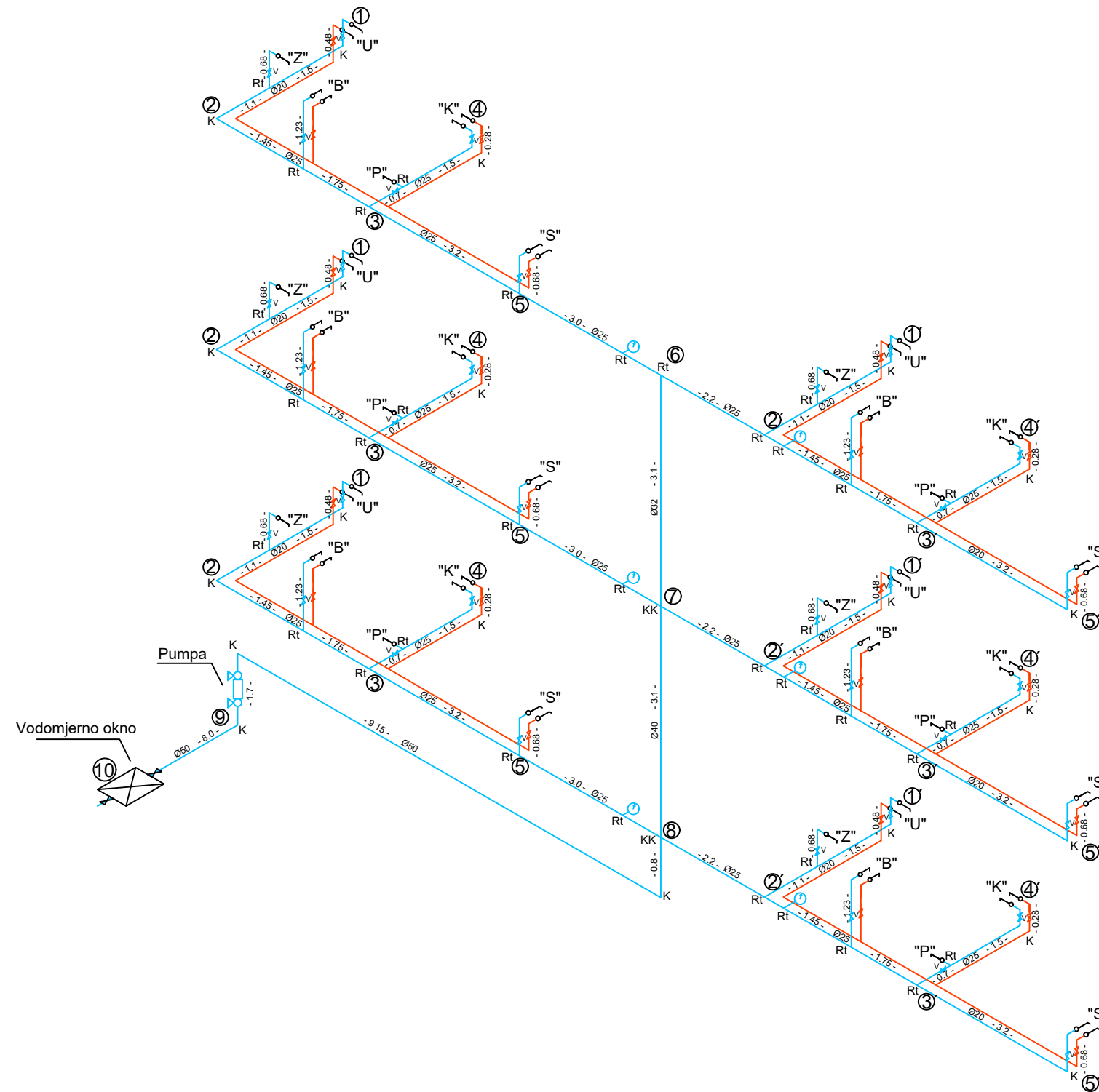
	Datum	Ime i Prezime	Potpis	MEV Čakovec
Projektirao	28.11.2016	Mario Holi		
Razradio	28.11.2016	Mario Holi		
Crtao	28.11.2016	Mario Holi		
Pregledao	15.03.2017	Sarajko Baksa		Mjerilo: 1:100
Naziv:			Objekt broj: 2	
TLOCRT VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE S RAZDJELNIKOM			R.N. broj: 28 - 11 - 16 - 2	



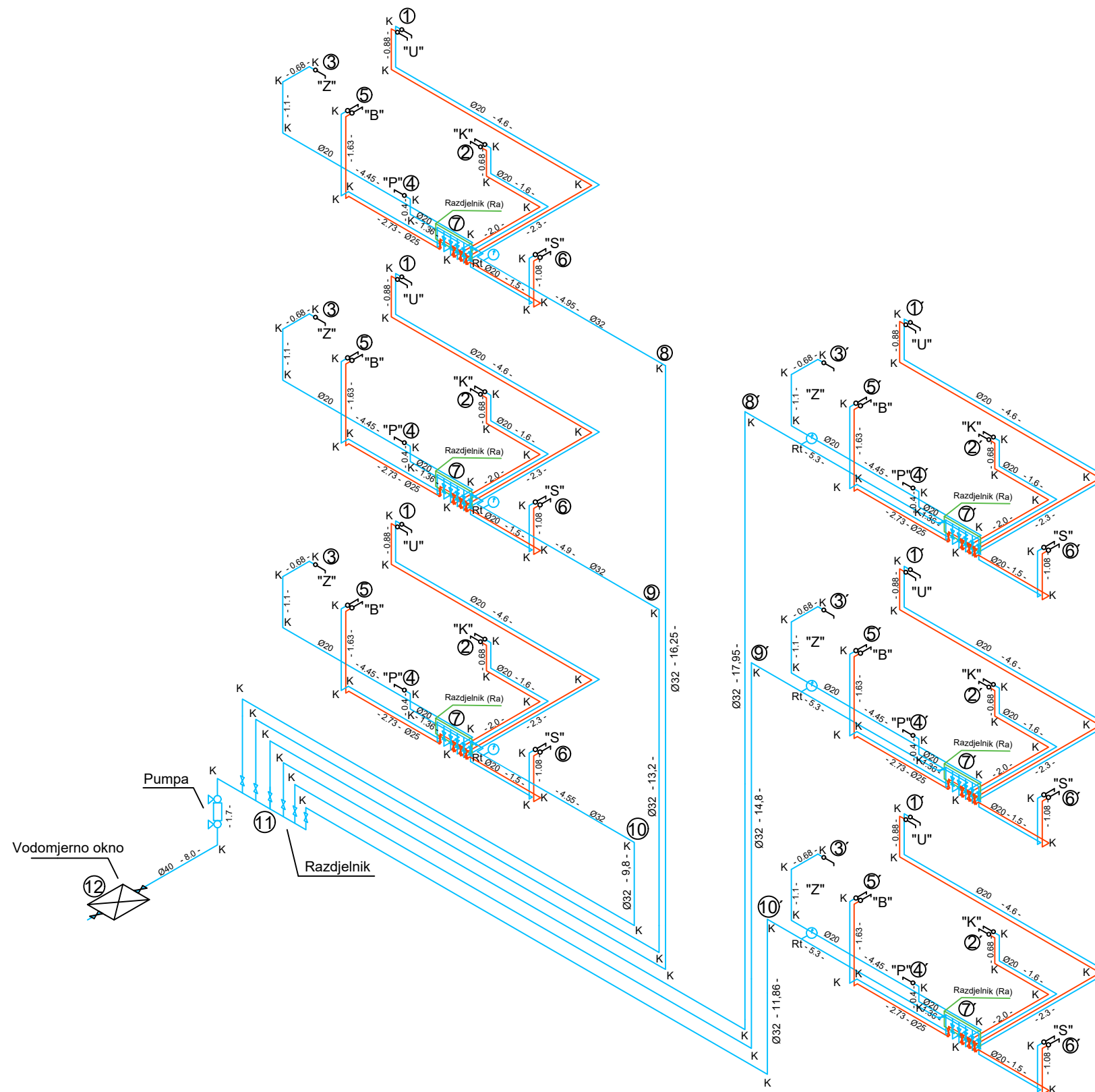
	Datum	Ime i Prezime	Potpis	MEV Čakovec
Projektirao	28.11.2016	Mario Holi		
Razradio	28.11.2016	Mario Holi		
Crtao	28.11.2016	Mario Holi		Mjerilo: 1:100
Pregledao	15.03.2017	Sarajko Baksa		
Naziv:			Objekt broj:	1
VODOVODNA INSTALACIJA STAMBENE ZGRADE			R.N. broj: 28 - 11 - 16 - 3	



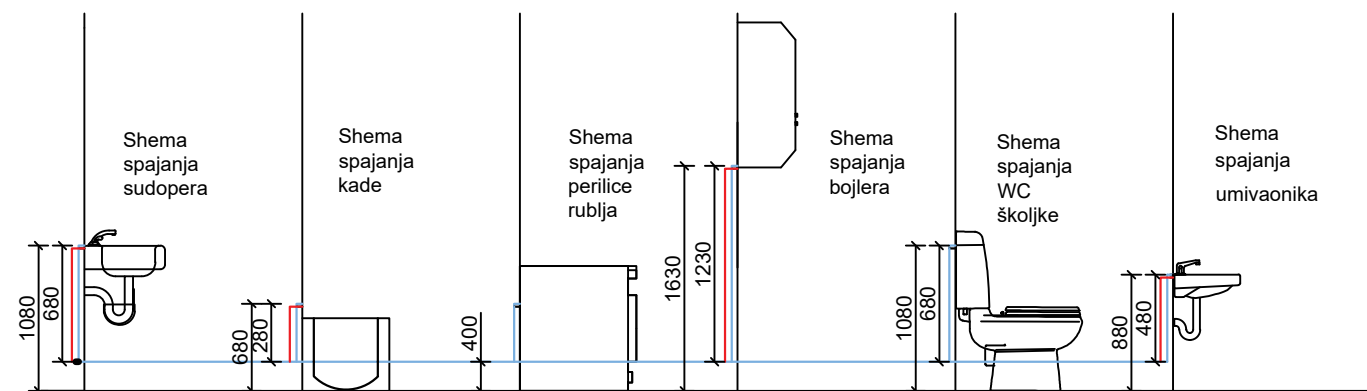
	Datum	Ime i Prezime	Potpis	MEV Čakovec
Projektirao	28.11.2016	Mario Holi		
Razradio	28.11.2016	Mario Holi		
Crtao	28.11.2016	Mario Holi		
Pregledao	15.03.2017	Sarajko Baksa		Mjerilo: 1:100
Naziv:			Objekt broj: 2	
VODOVODNA INSTALACIJA STAMBENE ZGRADE S RAZDJELNIKOM			R.N. broj: 28 - 11 - 16- 4	



	Datum	Ime i Prezime	Potpis	MEV Čakovec
Projektirao	28.11.2016	Mario Holi		
Razradio	28.11.2016	Mario Holi		
Crtao	28.11.2016	Mario Holi		
Pregledao	15.03.2017	Sarajko Baksa		Mjerilo: 1:100
Naziv:			Objekt broj: 1	
IZOMETRIJA VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE			R.N. broj: 28 - 11 - 16 - 5	



	Datum	Ime i Prezime	Potpis	MEV Čakovec
Projektirao	28.11.2016	Mario Holi		
Razradio	28.11.2016	Mario Holi		
Crtao	28.11.2016	Mario Holi		
Pregledao	15.03.2017	Sarajko Baksa		Mjerilo: 1:100
Naziv:			Objekt broj: 2	
IZOMETRIJA VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE S RAZDJELNIKOM			R.N. broj: 28 - 11 - 16 - 6	



	Datum	Ime i Prezime	Potpis	<b>MEV Čakovec</b>
Projektirao	28.11.2016	Mario Holi		
Razradio	28.11.2016	Mario Holi		
Crtao	28.11.2016	Mario Holi		
Pregledao	15.03.2017	Sarajko Baksa		Mjerilo: 1:100
Naziv:			Objekt broj: 1	
<b>BOKOCRT VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE</b>			R.N. broj: 28 - 11 - 16 - 7	

# R. N. broj: 28-11-16-8 Proračun vodovodne instalacije stambene zgrade - hladna voda

DIONICA	DUŽINA DIONICE	IZLJEVNA JEDINICA	PROTOK		BRZINA	PROMJER CIJEVI		REYNOLDSOV BROJ	LAMBDA	GUBITAK TLAKA				
										Linijski (ht)	Lokalni (hl)			
	l(m)	IJ	Q (l/s)	Q (m³/s)	v (m/s)	d stvarni(m)	d usvojeni (mm)	Re	λ	ukupni		ζ	Vodo mjer	ukupni
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02691	0,3516	3*k+tr+2*v+rt+2*i	8,8	0,0	0,4954
2-3	3,2	3,75	0,484	0,000484	1,482	0,0203	20,4	30086,55	0,02336	0,4102	k+rt+vv+i	4,6	0,0	0,5149
3-4	2,48	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,2612	2*k+2*rt+2*v+i+rt	7,4	0,0	0,6626
3-5	3,88	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,8902	k+rt+i	3,6	0,0	0,7790
5-6	3	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,6883	rt+r	1,8	1,0	0,6059
5'-3'	3,88	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,2551	k+rt+vv+i+rt	5,3	0,0	0,1989
3'-4'	5,21	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5488	2*k+2*rt+2*v+i+rt	7,4	0,0	0,6626
3'-2'	3,2	6,5	0,637	0,000637	1,951	0,0233	20,4	39610,79	0,02190	0,6665	k+rt+vv+i	4,6	0,0	0,8925
2'-1'	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02692	0,3517	2*k+2*tr+2*v+2*i+rt	8,8	0,0	0,4954
2'-6	2,2	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,5047	rt+r	1,8	1,0	0,6059
6-7	3,1	14,5	0,952	0,000952	1,767	0,0284	26,2	46064,85	0,02116	0,3983	rt	1,8	0,0	0,2863
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02692	0,3517	3*k+tr+2*v+rt+2*i	8,8	0,0	0,4954
2-3	3,2	3,75	0,484	0,000484	1,482	0,0203	20,4	30086,55	0,02336	0,4102	k+rt+vv+i	4,6	0,0	0,5149
3-4	2,48	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,2612	2*k+2*rt+2*v+i+rt	7,4	0,0	0,6626
3-5	3,88	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,8902	k+rt+i	3,6	0,0	0,7790
5-7	3	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,6883	rt+r	1,8	1,0	0,6059
5'-3'	3,88	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,2551	k+rt+vv+i+rt	5,3	0,0	0,1989
3'-4'	5,21	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5488	2*k+2*rt+2*v+i+rt	7,4	0,0	0,6626
3'-2'	3,2	6,5	0,637	0,000637	1,951	0,0233	20,4	39610,79	0,02190	0,6665	k+rt+vv+i	4,6	0,0	0,8925
2'-1'	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02692	0,3517	2*k+2*tr+2*v+2*i+rt	8,8	0,0	0,4954
2'-7	2,2	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,5047	rt+r	1,8	1,0	0,6059
7-8	3,1	29	1,346	0,001346	1,614	0,0338	32,6	52356,23	0,02057	0,2596	kk+rt+rt+rt	3,2	0,0	0,4247
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02692	0,3517	3*k+tr+2*v+rt+2*i	8,8	0,0	0,4954
2-3	3,2	3,75	0,484	0,000484	1,482	0,0203	20,4	30086,55	0,02336	0,4102	k+rt+vv+i	4,6	0,0	0,5149
3-4	2,48	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,2612	2*k+2*rt+i+rt	7,4	0,0	0,6626
3-5	3,88	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,8902	k+rt+i	3,6	0,0	0,7790
5-8	3	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,6883	rt+r	2	1,0	0,6492
5'-3'	3,88	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,2551	k+rt+i+rt	5,3	0,0	0,1989
3'-4'	5,21	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5488	2*k+2*rt+i+rt	7,4	0,0	0,6626
3'-2'	3,2	6,5	0,637	0,000637	1,951	0,0233	20,4	39610,79	0,02190	0,6665	k+rt+vv+i	4,6	0,0	0,8925
2'-1'	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02692	0,3517	2*k+2*tr+2*v+2*i+rt	8,8	0,0	0,4954
2'-8	2,2	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,5047	rt+r	2	1,0	0,6492
8-9	11,65	43,5	1,649	0,001649	1,262	0,0374	40,8	51235,56	0,02067	0,4790	kk+k+k	4,5	0,0	0,3652
9-10	8	44,75	1,672	0,001672	1,280	0,0377	40,8	51966,48	0,02061	0,3373	Ra+k+k	4	1,0	0,4174
ZBROJ GUBITAKA (mVS):										15,9221				18,902
UKUPNI GUBICI (mVS):														34,824

	Datum	Ime i prezime	Potpis	MEV Čakovec
Razradio	28.12.2016.	Mario Holc		
Projekt:			Objekt broj:	1
PRORAČUN VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE – HLADNA VODA			R.N.broj:	28-11-16-8

**R. N. broj: 28-11-16-9 Proračun vodovodne instalacije stambene zgrade –  
topla voda**

DIONICA	DUŽINA DIONICE	IZLJEVNA JEDINICA	PROTOK		BRZINA	PROMJER CIJEVI		REYNOLDSOV BROJ	LAMBDA	GUBITAK TLAKA			
			Q (l/s)	Q (m³/s)		d stvarni(m)	d usvojeni (mm)			Linijski (ht)	Lokalni (hl)		
	l(m)	IJ			v (m/s)			Re	$\lambda$	ukupni		$\zeta$	ukupni
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02692	0,3517	$3 \cdot k + r + 2 \cdot v + 2 \cdot i$	8,4	0,4728
2-3	3,2	3,75	0,484	0,000484	1,482	0,0203	20,4	30086,55	0,02336	0,4102	$k + r + v + i$	4,6	0,5149
3-4	2,48	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,2612	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + i + r$	7,4	0,6626
3-5	3,88	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,8902	$k + r + i$	3,6	0,7790
5'-3'	3,88	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,2551	$k + r + v + i + r$	5,3	0,1989
3'-4'	5,21	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5488	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + i + r$	7,4	0,6626
3'-2'	3,2	6,5	0,637	0,000637	1,951	0,0233	20,4	39610,79	0,02190	0,6665	$k + r + v + i$	4,6	0,8925
2'-1'	3,76	0,75	0,217	0,000217	0,663	0,0136	20,4	13455,12	0,02859	0,1180	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + 2 \cdot i + r$	8,4	0,1880
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02692	0,3517	$3 \cdot k + r + 2 \cdot v + 2 \cdot i$	8,4	0,4728
2-3	3,2	3,75	0,484	0,000484	1,482	0,0203	20,4	30086,55	0,02336	0,4102	$k + r + v + i$	4,6	0,5149
3-4	2,48	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,2612	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + i + r$	7,4	0,6626
3-5	3,88	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,8902	$k + r + i$	3,6	0,7790
5'-3'	3,88	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,2551	$k + r + v + i + r$	5,3	0,1989
3'-4'	5,21	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5488	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + i + r$	7,4	0,6626
3'-2'	3,2	6,5	0,637	0,000637	1,951	0,0233	20,4	39610,79	0,02190	0,6665	$k + r + v + i$	4,6	0,8925
2'-1'	3,76	0,75	0,217	0,000217	0,663	0,0136	20,4	13455,12	0,02859	0,1180	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + 2 \cdot i + r$	8,4	0,1880
1-2	3,76	0,75	0,217	0,000217	1,051	0,0136	16,2	16943,48	0,02692	0,3517	$3 \cdot k + r + 2 \cdot v + 2 \cdot i$	8,4	0,4728
2-3	3,2	3,75	0,484	0,000484	1,482	0,0203	20,4	30086,55	0,02336	0,4102	$k + r + v + i$	4,6	0,5149
3-4	2,48	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,2612	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + i + r$	7,4	0,6626
3-5	3,88	7,25	0,673	0,000673	2,061	0,0239	20,4	41833,66	0,02163	0,8902	$k + r + i$	3,6	0,7790
5'-3'	3,88	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,2551	$k + r + v + i + r$	5,3	0,1989
3'-4'	5,21	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5488	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + i + r$	7,4	0,6626
3'-2'	3,2	6,5	0,637	0,000637	1,951	0,0233	20,4	39610,79	0,02190	0,6665	$k + r + v + i$	4,6	0,8925
2'-1'	3,76	0,75	0,217	0,000217	0,663	0,0136	20,4	13455,12	0,02859	0,1180	$2 \cdot k + 2 \cdot r + 2 \cdot v + 2 \cdot i + r$	8,4	0,1880
ZBROJ GUBITAKA (mVS):										10,5049			13,114
UKUPNI GUBICI (mVS):													23,619

	Datum	Ime i prezime	Potpis	<b>MEV Čakovec</b>
Razradio	28.12.2016.	Mario Holc		
Projekt:				Objekt broj: 1
<b>PRORAČUN VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE – TOPLA VODA</b>				R.N.broj: 28-11-16-9



**R. N. broj: 28-11-16-10 Proračun vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom – hladna voda**

DIONICA	DUŽINA DIONICE	IZLJEVNA JEDINICA	PROTOK		BRZINA	PROMJER CIJEVI		REYNOLDOV BROJ	LAMBDA	GUBITAK TLAKA				
			Q (l/s)	Q (m³/s)		d stvarni (mm)	d usvojeni (mm)			Linijski (ht)	Lokalni (ht)			
	l(m)	U			v (m/s)			Re	λ	ukupni		ζ	Vodo mjer	ukupni
1-7	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
2-7	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
3-7	6,42	0,25	0,125	0,000125	0,607	0,0103	16,2	9782,32	0,03116	0,2317	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,1651
4-7	2,51	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,4305	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
5-7	4,8	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5056	5 *k+Ra +z+i	10,4	0,0	0,9313
6-7	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
7-8	4,95	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,3446	3 *k+w	9,6	1,0	0,8431
8-11	16,25	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	1,1311	2 *k+Ra +v+r	8	0,0	0,6363
1'-7'	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
2'-7'	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
3'-7'	6,42	0,25	0,125	0,000125	0,607	0,0103	16,2	9782,32	0,03116	0,2317	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,1651
4'-7'	2,51	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,4305	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
5'-7'	4,8	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5056	5 *k+Ra +z+i	10,4	0,0	0,9313
6'-7'	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
7'-8'	5,8	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,4037	3 *k+w	9,6	1,0	0,8431
8'-11	17,95	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	1,2495	2 *k+Ra +v+r	8	0,0	0,6363
1-7	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
2-7	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
3-7	6,42	0,25	0,125	0,000125	0,607	0,0103	16,2	9782,32	0,03116	0,2317	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,1651
4-7	2,51	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,4305	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
5-7	4,8	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5056	5 *k+Ra +z+i	10,4	0,0	0,9313
6-7	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
7-9	4,9	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,3411	3 *k+w	9,6	1,0	0,8431
9-11	13,2	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,9188	2 *k+Ra +v+r	8	0,0	0,6363
1'-7'	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
2'-7'	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
3'-7'	6,42	0,25	0,125	0,000125	0,607	0,0103	16,2	9782,32	0,03116	0,2317	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,1651
4'-7'	2,51	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,4305	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
5'-7'	4,8	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5056	5 *k+Ra +z+i	10,4	0,0	0,9313
6'-7'	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
7'-9'	5,85	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,4072	3 *k+w	9,6	1,0	0,8431
9'-11	14,8	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	1,0302	2 *k+Ra +v+r	8	0,0	0,6363
1-7	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
2-7	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
3-7	6,42	0,25	0,125	0,000125	0,607	0,0103	16,2	9782,32	0,03116	0,2317	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,1651
4-7	2,51	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,4305	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
5-7	4,8	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5056	5 *k+Ra +z+i	10,4	0,0	0,9313
6-7	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
7-10	4,55	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,3167	3 *k+w	9,6	1,0	0,8431
10-11	9,8	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,6822	2 *k+Ra +v+r	8	0,0	0,6363
1'-7'	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
2'-7'	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
3'-7'	6,42	0,25	0,125	0,000125	0,607	0,0103	16,2	9782,32	0,03116	0,2317	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,1651
4'-7'	2,51	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,4305	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,9907
5'-7'	4,8	3	0,433	0,000433	1,325	0,0192	20,4	26910,23	0,02400	0,5056	5 *k+Ra +z+i	10,4	0,0	0,9313
6'-7'	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	4 *k+Ra +z+i	8,8	0,0	0,3302
7'-10'	5,45	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,3794	3 *k+w	9,6	1,0	0,8431
10'-11	11,86	7,25	0,673	0,000673	1,249	0,0239	26,2	32572,77	0,02293	0,8255	2 *k+Ra +v+r	8	0,0	0,6363
11-12	8	43,5	1,649	0,001649	1,976	0,0374	32,6	64123,03	0,01967	0,9609	r+2 *k+z	3,1	0,0	0,6172
ZBROJ GUBITAKA (mVS):										16,2763				21,488
UKUPNI GUBICI (mVS):														37,764

Datum	Ime i prezime	Potpis	MEV
Razradio	28.12.2016.	Mario Holc	Čakovec
Projekt:			Objekt broj: 2
PRORAČUN VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE S RAZDJELNIKOM – HLADNA VODA			R.N.broj:28-11-16-10

# R. N. broj: 28-11-16-11 Proračun vodovodne instalacije stambene zgrade s razdjelnikom – topla voda

DIONICA	DUŽINA DIONICE	IZLJEVNA JEDINICA	PROTOK		BRZINA	PROMJER CIJEVI		REYNOLDSOV BROJ	LAMBDA	GUBITAK TLAKA			
			Q (l/s)	Q (m³/s)		d stvarni(m)	d usvojeni (mm)			Linijski (ht)	Lokalni (hl)		
	l(m)	IJ			v (m/s)			Re	λ	ukupni		ζ	ukupni
1-7	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4*k+Ra +z+i	9,2	0,3453
2-7	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4*k+Ra +z+i	5,4	0,6079
5-7	4,8	3	0,433	0,000433	2,102	0,0192	16,2	33886,96	0,02271	1,5151	5*k+Ra +v+i	10,4	2,3417
6-7	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	5*k+Ra +z+i	1,8	0,0675
1'-7'	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4*k+Ra +z+i	9,2	0,3453
2'-7'	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4*k+Ra +z+i	5,4	0,6079
5'-7'	4,8	3	0,433	0,000433	2,102	0,0192	16,2	33886,96	0,02271	1,5151	5*k+Ra +v+i	1,8	0,4053
6'-7'	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	5*k+Ra +z+i	1,8	0,0675
1-7	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4*k+Ra +z+i	9,2	0,3453
2-7	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4*k+Ra +z+i	5,4	0,6079
5-7	4,8	3	0,433	0,000433	2,102	0,0192	16,2	33886,96	0,02271	1,5151	5*k+Ra +v+i	1,8	0,4053
6-7	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	5*k+Ra +z+i	1,8	0,0675
1'-7'	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4*k+Ra +z+i	9,2	0,3453
2'-7'	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4*k+Ra +z+i	5,4	0,6079
5'-7'	4,8	3	0,433	0,000433	2,102	0,0192	16,2	33886,96	0,02271	1,5151	5*k+Ra +v+i	1,8	0,4053
6'-7'	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	5*k+Ra +z+i	1,8	0,0675
1-7	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4*k+Ra +z+i	9,2	0,3453
2-7	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4*k+Ra +z+i	5,4	0,6079
5-7	4,8	3	0,433	0,000433	2,102	0,0192	16,2	33886,96	0,02271	1,5151	5*k+Ra +v+i	1,8	0,4053
6-7	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	5*k+Ra +z+i	1,8	0,0675
1'-7'	8,1	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,5325	4*k+Ra +z+i	9,2	0,3453
2'-7'	4,5	1,5	0,306	0,000306	1,486	0,0161	16,2	23961,70	0,02468	0,7719	4*k+Ra +z+i	5,4	0,6079
5'-7'	4,8	3	0,433	0,000433	2,102	0,0192	16,2	33886,96	0,02271	1,5151	5*k+Ra +v+i	1,8	0,4053
6'-7'	2	0,5	0,177	0,000177	0,858	0,0123	16,2	13834,29	0,02838	0,1315	5*k+Ra +z+i	1,8	0,0675

	Datum	Ime i prezime	Potpis	<b>MEV</b>
Razradio	28.12.2016.	Mario Holi		<b>Čakovec</b>
Projekt:			Objekt broj: 2	
<b>PRORAČUN VODOVODNE INSTALACIJE STAMBENE ZGRADE S RAZDJELNIKOM – TOPLA VODA</b>			R.N.broj:28-11-16-11	